UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA PÓS INTERVENÇÕES URBANAS EM CUIABÁ-MT

DIANA CAROLINA JESUS DE PAULA

Prof.ª Dr.ª FLAVIA MARIA DE MOURA SANTOS

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

J58a Jesus de Paula, Diana Carolina.
Análise termohigrométrica pós intervenções urbanas em Cuiabá-MT / Diana Carolina Jesus de Paula. -- 2017
104 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Flávia Maria de Moura Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Cobertura do solo. 2. Vegetação. 3. Urbanização. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA PÓS INTERVENÇÕES URBANAS EM CUIABÁ - MT

AUTORA: DIANA CAROLINA JESUS DE PAULA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 17 de fevereiro de 2017, pela comissão julgadora:

Profa. Dra. Flávia Maria de Moura Santos
Orientadora
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia – UFMT

Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Examinadora Interna
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia - UFMT

Prof. Dr. Jonathan Willian Zangeski Novais
Examinador Externo
Universidade de Cuiabá - UNIC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA PÓS INTERVENÇÕES URBANAS EM CUIABÁ-MT

DIANA CAROLINA JESUS DE PAULA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Física Ambiental.

Prof.ª Dr.ª FLAVIA MARIA DE MOURA SANTOS

Cuiabá, MT
Fevereiro de 2017

DEDICATÓRIA

Á Deus por mais essa existência e por ter me dado como presente, a minha família que é o meu porto seguro. Meu muito obrigada aos meus pais Marcio e Jucineide, aos meus irmãos Daphine, Ludmila e Rafael, amo vocês.

AGRADECIMENTOS

- A Profª Drª Flavia Maria de Moura Santos, pela confiança, apoio, incentivo, ensinamentos e amizade fraterna.
- A Profª Drª Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, pelos conselhos, incentivo, ensinamentos e amizade.
- Ao Profº Drº José de Souza Nogueira pela dedicação e empenho no programa de pós-graduação.
- Ao Prof° Dr° Geraldo Neves, por toda contribuição na realização desta pesquisa.
- Aos companheiros da Pós-graduação, em especial: Soneize, Natallia, Marcos, Pablinne, Keylyane, Lucio e Vagner, pelo apoio e incentivo na realização desta pesquisa.
- A todos os familiares e amigos pelo incentivo, compreensão e apoio no decorrer do mestrado.
- Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro durante a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS..... i
LISTA DE TABELAS..... ii
LISTA DE ABREVIAÇÕES E/OU SÍMBOLOS..... iii
RESUMO..... iv
ABSTRACT..... v
1. INTRODUÇÃO..... 1
1.1 PROBLEMÁTICA..... **1**
1.2 JUSTIFICATIVA..... **2**
2. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICO..... 4
2.1 CLIMA URBANO..... **4**
2.1.1 Determinantes do clima e o meio urbano..... **6**
2.2 ILHA DE CALOR..... **7**
2.3 CLIMA URBANO E INTERVENÇÕES URBANAS..... **9**
2.4 CLASSIFICAÇÃO E INFLUENCIA DO REVESTIMENTO DOSOLO..... **13**
3. ÁREA DE ESTUDO..... 16
4. MATERIAIS E MÉTODOS..... 19
4.1 MEDIÇÕES DAS VARIAVÉIS CLIMÁTICAS..... **19**
4.2 ESTATISTICA DOS DADOS..... **24**
4.3 VALIDAÇÃO DO SENSOR 2..... **25**
4.4 PONTOS FIXOS E INTERVENÇÕES URBANAS..... **27**
4.4.1 Imagens e descrição dos pontos fixos entre os anos de estudo..... **27**
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS..... 41
5.1 ANALISE DA ALTERAÇÃO DO REVESTIMENTO DO SOLO ANTES E PÓS INTERVENÇÕES URBANAS..... **41**
5.1.1 Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo e

respectivas porcentagens..... **41**

5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO ENTRE 2011-2012 E 2016..... **63**

5.3 ANALISE TERMOHIGROMÉTRICA NAS ESTAÇÕES DO ANO ENTRE 2011-2012 E 2016..... **66**

5.4 ANALISE DO COMPORTAMENTO TERMOHIGROMÉTRICO E INTERVENÇÕES URBANAS ENTRE OS ANOS..... **77**

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 81

6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS..... **82**

7. BIBLIOGRAFIAS..... 84

7.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS..... **84**

7.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS..... **90**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da cidade de Cuiabá no estado de Mato Grosso..... **16**

Figura 2 - Locais dentro da área de estudo que sofreram alterações entre os anos de estudo..... **18**

Figura 3 – Localização dos pontos fixos na área de estudo no Transecto 1..... **20**

Figura 4 - Localização dos pontos fixos na área de estudo no Transecto 2..... **21**

Figura 5 – Sensor (1) utilizado por Santos (2012)..... **23**

Figura6 – Sensor (2) utilizado em 2016..... **24**

Figura 7 – Ponto 1 (P1) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **27**

Figura 8 – Ponto 2 (P2) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **28**

Figura 9 – Ponto 3 (P3) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **29**

Figura 10 – Ponto 4 (P4) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **29**

Figura 11 – Ponto 5 (P5) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **30**

Figura 12 – Ponto 6 (P6) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **31**

Figura 13 – Ponto 7 (P7) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **32**

Figura 14 – Ponto 8 (P8) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **3.**

Figura 15 – Ponto 9 (P9) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **33**

Figura 16 – Ponto 10 (P10) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **34**
Figura 17 – Ponto 11 (P11) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **35**
Figura 18 – Ponto 12 (P12) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **35**
Figura 19 – Ponto 13 (P13) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **36**
Figura 20 – Ponto 14 (P14) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **37**
Figura 21 – Ponto 15 (P15) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **37**
Figura 22 – Ponto 16 (P16) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **38**
Figura 23 – Ponto 17 (P17) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **39**
Figura 24 – Ponto 18 (P18) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **39**
Figura 25 – Ponto 19 (P19) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016, respectivamente..... **40**
Figura 26 – Ponto 1 (P1) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **42**
Figura 27 – Ponto 2 (P2) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **43**
Figura 28 – Ponto 3 (P3) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **44**
Figura 29 – Ponto 4 (P4) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **45**
Figura 30 – Ponto 5 (P5) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **46**
Figura 31 – Ponto 6 (P6) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento

do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **47**
Figura 32 – Ponto 7 (P7) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **48**
Figura 33 – Ponto 8 (P8) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **49**
Figura 34 – Ponto 9 (P9) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **50**
Figura 35 – Ponto 10 (P10) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **51**
Figura 36 – Gráfico da comparação dos tipos de revestimento do solo nos 10 pontos fixos do Transecto 1 entre os anos **52**
Figura 37 – Ponto 11 (P11) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **53**
Figura 38 – Ponto 12 (P12) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **54**
Figura 39 – Ponto 13 (P13) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **55**
Figura 40 – Ponto 14 (P14) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **56**
Figura 41 – Ponto 15 (P15) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **57**
Figura 42 – Ponto 16 (P16) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **58**
Figura 43 – Ponto 17 (P17) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **59**
Figura 44 – Ponto 18 (P18) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **60**
Figura 45 – Ponto 19 (P19) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência entre 2012-2016, respectivamente..... **61**
Figura 46 – Comparação dos tipos de revestimento do solo nos 09 pontos fixos do Transecto 2 entre os anos **62**

Figura 47 – Temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação nas estações entre os anos de estudo..... **65**
Figura 48 – Comparação da temperatura do ar nas estações do ano no Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016..... **66**
Figura 49 – Distribuição da diferença da temperatura do ar nas estações do ano no Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016..... **68**
Figura 50 – Comparação da temperatura do ar nas estações do ano no Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016..... **70**
Figura 51 – Distribuição da diferença da temperatura do ar nas estações do ano no Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016..... **71**
Figura 52 – Comparação da umidade relativa do ar nas estações do ano no Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016..... **73**
Figura 53 – Distribuição da diferença da umidade relativa do ar nas estações do ano no Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016..... **74**
Figura 54 – Comparação da umidade relativa do ar nas estações do ano no Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016..... **75**
Figura 55 – Distribuição da diferença da umidade relativa do ar nas estações do ano no Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016..... **76**
Figura 56 – Análise Termohigrométrica e intervenções urbanas entre os anos no Transecto 1..... **78**
Figura 57 – Análise Termohigrométrica e intervenções urbanas entre os anos no Transecto 2..... **79**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1a – Período de medição por transectos móveis por **SANTOS** (2012)..... **21**

Tabela 1b – Período de medição por transectos móveis em 2016..... **22**

Tabela 2 – Validação dos dados do Sensor (2) por meio do Teste de Levene com os dados da estação INMET..... **23**

Tabela 3 – Teste de comparação de média da classificação do solo entre os anos de estudo nos 19 pontos fixos..... **26**

Tabela 4 – Teste de comparação de média da temperatura do ar entre os anos de estudo nos 19 pontos fixos..... **31**

Tabela 5 – Teste de comparação de média da umidade relativa do ar entre os anos de estudo nos 19 pontos fixos..... **37**

LISTA DE ABREVIAÇÕES E/OU SÍMBOLOS

AB	Alta da Bolívia
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
BRT	Ônibus de Transporte rápido (*Bus Rapid Transit*)
UBL	Camada Limite Urbana *(Urban Boundary Layer)*
UCL	Camada Intra-Urbana (*Urban Canopy Layer)*
RSL	Subcamada de Rugosidade (*Roughness Sublayer)*
Zh	Altura média da rugosidade
Zr	Distância do solo até uma certa altura
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCOU	Zona de Convergência de Umidade
ONU	Organização das Nações Unidas
SECOPA	Secretaria Extraordinária da Copa do Mundo
FVC	Fator de Visão de Céu *(Sky View Factor)*
MAXVER	Máxima Verossimilhança
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
UTM	Universal Tranversa de Mercator
LUOSU	Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano

RESUMO

PAULA, D. C. J. **Análise termohigrométrica pós intervenções urbanas em Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2016, 104f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

O adensamento urbano e a supressão de vegetação são fatores determinantes na modificação do comportamento termo-higrométrico de uma área urbana. Assim, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a influência pós intervenções urbanas no microclima da cidade de Cuiabá-MT, para tanto foi utilizado os dados registrados nas quatro estações do ano em 2011-2012 e 2016. Foram comparados os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar e posteriormente analisadas as diferenças encontradas de acordo com o revestimento do solo em 19 pontos fixos da cidade, divididos em dois transectos. No Transecto 1 com 10 pontos fixos, observou-se aumento de 2,86°C na intensidade da ilha de calor apontada por SANTOS (2012) e decréscimo de 6% de umidade relativa do ar em relação as áreas mais úmidas, quando comparadas as médias entre os anos. Estão associadas a pontos que apresentaram as maiores médias de aumento de cobertura impermeável e diminuição de cobertura vegetal. Contudo no Transecto 2, enfatizou-se a configuração de ilha de frescor e umidade no P17, localizado em frente ao parque urbano Massairo Okamura, com diminuição de 2,68°C de temperatura do ar e aumento de 7,43% de umidade relativa com relação as áreas mais aquecidas e secas, quando comparadas entre os anos. Portanto, as intervenções urbanas ocorridas entre 2011-2012 a 2016 devem ser consideradas, pois verificou-se alterações no comportamento termohigrométrico em escala microclimática devido as amplitudes térmicas observadas, associadas as áreas revestidas com materiais impermeáveis.

Palavras-chave: Cobertura do solo, vegetação, urbanização.

ABSTRACT

PAULA, D. C. J. ***Thermohygrometric analysis after urban interventions in Cuiabá-MT.***Cuiabá, 2016, 104f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

Urban densification and suppression of vegetation are determining factors in the modification of the thermo-hygrometric behavior of an urban area. Thus, this research had as general objective to analyze the influence after urban interventions in the microclimate of the city of Cuiabá-MT, for which the data recorded in the four seasons of the year in 2011-2012 and 2016 were used. The air temperature and relative humidity data were compared and the differences found in the soil cover were analyzed in 19 fixed points of the city, divided into two transects. In Transect 1 with 10 fixed points, there was an increase of 2.86 ° C in the intensity of the heat island pointed by SANTOS (2012) and a decrease of 6% of relative humidity of the humid areas, when compared to the Between the years. They are associated to points that presented the highest averages of increase of impermeable cover and decrease of vegetal cover. However in Transect 2, it was emphasized the configuration of freshness and humidity island in P17, located in front of the Massairo Okamura urban park, with a decrease of 2.68 ° C in air temperature and an increase of 7.43% in relative humidity In relation to the more heated and dry areas, when compared between the years. Therefore, urban interventions occurred between 2011-2012 and 2016 should be considered, as there were changes in the thermohygrometric behavior on a microclimatic scale due to the thermal amplitudes observed, associated with the areas coated with impermeable materials.

Keywords: Soil cover, vegetation, urbanization.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

O processo de urbanização, principalmente nos países em desenvolvimento, é uma das mais agressivas formas de relacionamento entre o homem e o meio ambiente. A partir da revolução industrial, o processo de crescimento das cidades se acelerou, a industrialização promoveu de modo simultâneo os dois eventos, um de atração pela cidade, outro de expulsão do campo.

O crescimento das cidades é um processo inevitável e, muito provavelmente, será irreversível. Segundo estudiosos, a população urbana se multiplicou nos últimos anos no mundo todo. Tais estudos ainda apontam que os países desenvolvidos ou em desenvolvimento aumentaram a população urbana, sendo os países da américa latina que possuem os maiores indicadores em crescimento populacional.

Contudo, atualmente o êxodo migratório do campo para a cidade perdem destaque, pois as migrações são agora mais complexas e ocorrem principalmente entre cidades, podendo ser através de fronteiras internacionais e movimentos de população dentro das cidades, entre o centro da cidade e sua periferia, bem como entre centros urbanos secundários, ou seja, há uma baixa ocupação de grandes territórios e uma alta concentração populacional nas cidades.

Com o aumento populacional surgem as demandas para atendimento das necessidades básicas com relação a infraestrutura das cidades, isto é, transporte público, aumento de pavimentação asfáltica, ampliação da malha urbana, drenagem das águas pluviais, canalização de córregos, grande concentração de moradia, alterações no uso e ocupação do solo, que criam condições para alterar o comportamento em ecossistemas urbanos.

Diante dessas demandas, a ocorrência e distribuição geográfica de eventos meteorológicos extremos começaram a mudar, como resultado da mudança climática global, recebendo influência do microclima urbano pelo aumento das grandes áreas

pavimentadas, supressão de áreas verdes, intensificação do uso e ocupação do solo, elevando a temperatura e diminuindo a umidade relativa do ar, principalmente quando estão relacionadas com intervenções urbanas.

Neste contexto, o balanço de energia sofre intensas alterações, com o aumento da absorção da radiação solar, baixo albedo dos materiais de construção e cobertura do solo, que estão associados ao fenômeno de ilhas de calor, especialmente em cidades de clima tropical.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o êxodo migratório ocorrendo de forma mais complexa atualmente, sendo principalmente entre pólos urbanos por meio de fronteiras internacionais e movimentos de população dentro das cidades.

Desta forma, observa-se alguns casos de intervenções urbanas que ocorreram em cidades que foram sedes de evento esportivo, como exemplo a África do Sul, país sede da copa do mundo de futebol em 2010, onde foram realizadas reestruturação na malha urbana, infraestrutura turística e segurança.

O Brasil em 2014 sediou a Copa do Mundo de futebol com 12 cidades como sub-sedes, as quais realizaram a construção de arenas multiuso, obras de mobilidade urbana para implantação de sistema de transporte coletivo alternativo como Veículo Leve sobre Trilhos – VLT e Bus Rapid Transit- BRT, no entanto, vale ressaltar que muitas das alterações e implantação dos projetos para adequar as sub-sedes aos padrões internacionais exigidos, não foram realizadas a tempo para o evento, apresentando em algumas cidades paralisação de tais obras.

Cuiabá-MT foi eleita uma das sub-sedes, com isso o município passou por diversas obras de infraestrutura e mobilidade urbana, com alteração de cobertura do solo, relacionado ao aumento de áreas pavimentadas, área de solo exposto, diminuição de áreas verdes, tendo um aumento no uso de materiais que impermeabilizam o solo tais como o concreto nas diversas construções, ocorrendo

ainda paralisação das obras para implantação do VLT, após a supressão de canteiros e retirada de arborização consolidada para a sua execução.

Desta maneira, as intervenções urbanas ocorridas na cidade de Cuiabá-MT que tiveram como elemento propulsor a Copa do Mundo de 2014, pode ter influenciado no microclima da cidade, para tanto se faz necessário a comparação e análise das variáveis temperatura e umidade relativa do ar antes e pós intervenções realizadas.

A realização da coleta de dados e a identificação das variáveis microclimáticas, em dois eixos da cidade passando por 19 pontos fixos, permitirá a identificação do comportamento do microclima urbano, após as intervenções ocorridas.

Posteriormente, a comparação e análise das variáveis microclimáticas registrados em 2012 e 2016, em cada estação do ano. Serão analisadas as intervenções ocorridas nos 19 pontos através do tipo de revestimento do solo, verificando o comportamento termo higrométrico e suas possíveis interferências no microclima após intervenções urbanísticas.

Tendo como objetivo geral analisar o microclima urbano de Cuiabá-MT em 19 pontos fixos por meio de transectos móveis noturnos antes e após intervenções urbanísticas ocorridas entre 2011-2012 (SANTOS, 2012) e 2016 por estação do ano. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: validação dos sensores utilizados; coletas dos dados termohigrométricos em cada transecto durante as quatro estações do ano; elaboração de mapas temáticos com cada classe de cobertura do solo e respectivas porcentagens em cada ponto/ano; caracterização dos dados termohigrométricos entre os anos por estação; comparação dos dados de revestimento do solo entre os anos; análise dos dados termohigrométricos e sua relação com o revestimento do solo entre os anos de estudo.

Desta forma, espera-se com os resultados desta pesquisa, apontar qual a influência da revestimento do solo no comportamento termohigrométrico em cidade de porte médio de clima tropical devido as alterações na área urbana, como é o caso de Cuiabá/MT.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLIMA URBANO

Com o aumento populacional surgem as demandas para atendimento das necessidades básicas com relação a infraestrutura das cidades, isto é, transporte público, aumento de pavimentação asfáltica, drenagem das águas pluviais, canalização de córregos, grande concentração moradia, alterações no uso e ocupação do solo, que criam condições para alterar o comportamento em ecossistemas urbanos.

Segundo dados da ONU (2012) até 2030 mais pessoas terão deixado as zonas rurais, o maior crescimento ocorrerá em países em desenvolvimento, estima-se que na metade do século o total da população urbana destes países vai mais que dobrar, passando de 2,5 bilhões em 2010 para 5,3bilhões em 2050.

As transformações na paisagem da cidade decorrentes do crescimento populacional, adensamento urbanos, supressão da vegetação nativa, impermeabilização do solo, canalização de córregos, aumento do fluxo de veículos automotores e atividades industriais intensas, propiciam a ganhos de calor no meio, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera (AMORIM, 2000).

Enquanto, áreas sob influência de grandes massas de vegetação apresentam características próprias, com microclimas diferentes das outras áreas, pois interferem no balanço de energia em função dos seus processos biológicos de fotossíntese e evapotranspiração (OLIVEIRA e COSTA, 2005).

De acordo com Oke (1978), o clima urbano pode ser definido como o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência dessa urbanização nas características da atmosfera de um determinado local.

A cidade gera um clima próprio, resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana e que agem no sentido de alterar o clima local (MONTEIRO, 1976).

O clima urbano é o resultado da interação dos fatores urbanos com o clima regional e com o meio físico pré-existente. É um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos (LOMBARDO, 1985).

Se faz necessário a definição da escala espacial e temporal aplicada em áreas urbanas, entretanto, a maior parte dos esquemas de classificação utiliza a escala horizontal como único critério (ANJOS et al., 2012).

Dentro da escala horizontal existem três escalas de interesse: mesoescala, que é definida pela influência da cidade no tempo e no clima como um todo, isto é, a cidade como um todo, sua extensão é superior a 10Km. Verticalmente está ligada à camada limite urbana – UBL (Urban Boundary Layer), camada acima do nível dos telhados.

Escala local ou topoclima, representa o clima de áreas urbanas menores, com características semelhantes, isto é, de acordo com o uso e ocupação do solo em regiões da cidade, ou seja, bairros. Varia de 1Km< X< 10Km, é decorrente da integração dos microclimas sucessivos das áreas vizinhas, que formam um determinado clima local, verticalmente está associada ao limite superior da camada de atrito.

A microescala, representa o clima de pequenas áreas, no entorno de uma edificação, árvores, estradas. Estendendo-se de 1m <X<1km, a construção de novos elementos influencia no microclima existente e cria outros novos mais complexos.

Depende da geometria, densidade e a função a que se destinam as construções, sendo que a influência destes elementos estão ligados à camada cobertura urbana – UCL (Urban Canopy Layer), camada que fica entre o solo e o limite superior dos principais elementos urbanos, ou seja, altura média dos edifícios.

Nas áreas urbanas, as trocas de calor e umidade ocorrem na UCL e sua altura corresponde a altura média da rugosidade dos principais elementos (Zh). Contudo, os efeitos microclimáticos das superfícies e dos obstáculos são sentidos dentro da subcamada de rugosidade (RSL – roughness sublayer), que se estende do solo até uma altura (Zr), quando esses efeitos se misturam.

Desta maneira, quando os instrumentos de medição estão localizados em alturas menores que Zr, os dados referem-se aos microclimas, enquanto que em alturas maiores que Zr os dados referem-se ao clima local, pois registram os dados após estes se misturarem (SILVEIRA, 2007).

Para o estudo das variações intraurbanas, a metodologia recomendada é de medidas móveis em transectos, combinadas com registros contínuos para detalhar a distribuição da temperatura horizontal na UCL (ASSIS, 2000).

2.1.1 Determinantes do Clima e o Meio Urbano

Segundo Romero (2001), os elementos climáticos possuem a qualidade de definir e fornecer os componentes do clima e aos fatores climáticos, a qualidade de condicionar, determinar e dar origem ao clima.

Os fatores locais determinam e dão origem aos diferentes microclimas, encontrados em ambientes restritos como um bairro ou uma rua. Portanto, o clima de uma área é composto pelos fatores climáticos, globais e locais além dos elementos climáticos. Os principais fatores climáticos globais destacam-se a radiação solar, latitude, altitude, regime de ventos e a topografia (BARBIRATO et al., 2007).

No entanto os principais elementos climáticos são, temperatura do ar, umidade do ar, movimento do ar (ventos) e precipitação (chuvas) (ROMERO, 2001). Desta forma temos para:

a) Temperatura e Umidade do ar: sofre interferência das característica dos recinto urbano, onde a quantidade de vapor de água na massa de ar é afetada pela temperatura local do ar. O teor de umidade local dependerá,

da interação entre a temperatura do ar e a temperatura superficial do meio circundante (MASCARÓ e MASCARÓ, 2010).

b) Precipitação: é o resultado de qualquer deposição em forma líquida ou sólida derivada da atmosfera. As áreas urbanas possuem em quantidade total acumulada 5 a 10% a mais de precipitação em comparação as áreas rurais, isto se deve aos movimentos ascendentes do ar sobre a cidade devido à ilha de calor, à turbulência resultante de obstáculos próprios do ambiente e da nebulosidade urbana por meio da presença de partículas na atmosfera da cidade (CONTI, 1998; BARBIRATO et al., 2007).

c) Ventos: as modificações na ventilação na área urbana devem-se a acomodação perante os obstáculos, tais como edifícios, ruas, arborização e a topografia. No centro urbano a velocidade do vento tende a ser mais baixa que nos arredores, devido a rugosidade da superfície edificada. Enquanto que, a vegetação pode influenciar de forma a facilitar ou impedir o vento nos canyons urbanos (SILVEIRA, 2007; BARBIRATO et al., 2007; MASCARÓ e MASCARÓ, 2010).

2.2 ILHA DE CALOR

O fenômeno mais representativo das modificações que contribuem para o armazenamento de calor durante o dia na cidade, devido as propriedades térmicas e caloríficas dos materiais de construções e sua devolução para a atmosfera a noite é a ilha de calor (SANTOS et al., 2014).

Que corresponde a um maior aquecimento positivo de uma área urbana em relação ao seu entorno, onde sua intensidade é maior á noite, poucas horas após o pôr do sol, sendo melhor visualizado em dias de ventos calmos e céu claro (ANJOS et al., 2012).

Ilhas de calor apresentam algumas características comuns, isto é, quando as temperaturas do ar em áreas urbanizadas são comparadas as áreas rurais não

urbanizadas, sendo geralmente mais quentes após o pôr do sol e mais frescas após o amanhecer, respectivamente.

A elevação da temperatura do ar é consequência do aquecimento das superfícies urbanas, devido ao tipo de materiais utilizados nos edifícios e na cobertura do solo, as superfícies artificiais absorvem mais calor do sol do que a vegetação natural.

Com o crescimento das cidades, as ilhas de calor tendem a ficar mais intensas, pois há diminuição de área com vegetação e aumento de área edificada (GARTLAND, 2010).

A amplificação da temperatura do ar urbano conhecido como ilha de calor urbano (ICU) é definida como a diferença entre as temperaturas medidas no espaço urbano e os valores medidos no espaço urbano que o rodeia (COHEN et al., 2012).

No entanto, a magnitude da intensidade das ilhas de calor e seus horários de pico, varia de cidade para cidade, geralmente acontecem cerca de três a quatro horas após o pôr do sol (OKE, 1987).

O horário de pico depende das propriedades dos materiais urbanos, cidades construídas com materiais que liberam calor mais lentamente podem atingir seus picos após o amanhecer, nota-se que a intensidade das ilhas de calor é maior em áreas densamente construídas e com pouca vegetação (GARTLAND, 2010).

Estudos realizados em Madri, apresentam uma classificação da magnitude de ilhas de calor, em função da intensidade sendo agrupadas em categorias (BRANDÃO, 2003):

a) Fraca: com diferenças entre 0 a 2°C;

b) Moderada: com intensidade entre 2 a 4°C;

c) Forte: entre 4 a 6°C;

d) Muito Forte: com intensidade maior que 6°C.

Segundo Alves (2010), as anomalias que ocorrem na umidade relativa do ar e na temperatura do ar são oriundas do aquecimento desigual das diferentes feições do

ambiente urbano, são elas: ilha úmida (IU) e ilha seca (IS), ilha de frescor (IF) e ilha de calor (IC).

a) Ilha úmida: ocorre no meio urbano devido a maior arborização de alguns locais e presença de corpos hídricos. São caracterizadas por apresentarem taxas mais elevadas de umidade se comparadas com outras taxas que não possuem arborização e corpos d'água. Geralmente estão intimamente ligadas às ilhas de frescor (SANTOS, 2012).

b) Ilha de frescor: são anomalias térmicas que se caracterizam por apresentarem temperaturas menores que seu entorno, sendo este fenômeno intimamente ligado a ação das áreas verdes, das laminas d'água e dos parques urbanos (ALVES, 2010).

Em estudo desenvolvido por Montalvez et al. (2008), em Granada na Espanha apresenta ilha de calor mais intensa sobre um terreno densamente desenvolvido, onde os picos de temperatura do ar estão associados com maiores índices entre altura dos edifícios e largura das ruas, apresentando valores de 3 a 3,5°C em áreas urbanas com relação a rural, no entanto nota-se queda de 1°C em presença de parque urbano.

c) Ilha seca: são observadas em áreas com falta de arborização e superfície com lamina de água. Ocorrem em locais com presença de ação antrópica, com edifícios, residências, áreas comercias e de serviços. Estudos referendam que geralmente estão intimamente ligadas às ilhas de calor.

Em investigação dos efeitos da urbanização na temperatura e umidade do ar através do balanço de energia na cidade de Cuiabá-MT, observa-se altas taxas de calor armazenado no centro urbano, explicando o fenômeno de ilhas de calor e do regime de umidade na cidade (MAITELI, 1994 apud ASSIS, 2005).

2.3 CLIMA URBANO E INTERVENÇÕES URBANAS

O crescimento das cidades é um processo inevitável e, muito provavelmente, será irreversível. A população urbana foi multiplicada em cinco vezes de 1950 a

2011 no mundo todo, sendo os países da américa latina que possuem os maiores indicadores em crescimento populacional (ONU, 2012).

Desta forma, as cidades se tornam desprovidas de serviços básicos, o que as coloca como uma vitrine para projeção de uma nova arquitetura, através da realização de megaeventos (SHMITZ e MENDONÇA, 2011).

Tais cidades, estão situadas em países emergentes, com necessidade de construção de infraestrutura e expansão do mercado consumidor, ou seja, as obras necessárias para sua realização contribuem para o processo de reestruturação urbana, através de realização de obras de infraestrutura, revitalização e mobilidade urbana (SOARES, 2013).

Cuiabá-MT foi eleita uma das sub-sedes para a copa do mundo de 2014, assim, fez-se necessário a realização de intervenções com relação à infraestrutura e mobilidade urbana, através de obras de Travessia Urbana e Corredores estruturais para implantação do VLT – Veículo Leve sobre Trilhos, abrangendo as principais avenidas de Cuiabá e Várzea Grande (SECOPA, 2013).

Os projetos de travessia urbana foram direcionados para a execução de trincheiras, viadutos, complexos viários, corredores de tráfego, duplicação de pontes, rodovias, estradas e avenidas, reforma e reforço de pontes, pavimentação asfáltica, construção de pontes, prolongamentos de avenidas e ruas, adequação viária e corredores estruturais de transporte coletivo (SECOPA, 2013).

Consequentemente, há alteração dentro da área urbana no que se refere ao balanço de energia, com o aumento da absorção da radiação solar, baixo albedo dos materiais de construção e cobertura. Em virtude da verticalização das cidades, bem como através da emissão de calor antropogênico e cobertura do solo, com a redução da evapotranspiração devido a diminuição da cobertura vegetal e extensão das superfícies impermeabilizadas nas áreas urbanas, elevando a temperatura do ar e a diminuição da umidade relativa do ar associada ao fenômeno de ilhas de calor, especialmente em cidades de clima tropical.

Gartland (2010) explica, que o balanço de energia significa que toda energia absorvida pela superfície por meio de radiação solar ou a partir de calor antropogênico, vai para algum lugar, isto é, essa energia irá aquecer o ar acima da superfície, ou será evaporada com a umidade ou será armazenada nos materiais em forma de calor.

Varejão (2006) destaca que a direção e a intensidade do vento influenciam e são influenciadas por elementos dentro do espaço urbano, através dos processos de transporte de calor (convecção) e de umidade (evaporação), além da dispersão da poluição.

Sendo que a convecção se dá pela transferência de energia de uma superfície sólida para uma fluida, através da velocidade do vento elevadas quando as diferenças entre as temperaturas das superfícies e do ar são maiores (GARTLAND, 2010).

No caso da evaporação que é a energia transmitida da superfície terrestre em forma de vapor d'água ou evapotranspiração que ocorre quando a presença de plantas, nos dois casos há elevação do processo quando existe umidade disponível, velocidade dos ventos elevada e em períodos quente e seco (GARTLAND, 2010).

Sabe-se que o microclima em áreas urbanas é determinado pelo balanço de energia, que depende de fatores geográficos e morfológicos, como as propriedades das superfícies, o Fator de Visão de céu (FVC) e as variáveis meteorológicas, como a velocidade do vento e a cobertura de nuvens (MINELLA et al., 2009).

No que se refere ao armazenamento de calor, duas propriedades destacam-se: a condutividade térmica e a capacidade calorifica.

a) Condutividade térmica: capacidade dos materiais conduzirem calor para o seu interior;

b) Capacidade calorifica: capacidade dos materiais armazenarem calor em seu volume, isto é, à medida que mais calor é armazenado, a temperatura do material aumenta.

Essas duas propriedades combinadas são responsáveis pela difusividade térmica. E quanto maior os índices de difusividade mais calor chega no interior do material, mantendo a temperatura do ar constante com o tempo, entretanto quanto mais baixos os índices de difusividade, maior é a temperatura superficial do material oscilando a temperatura do ar (GARTLAND, 2010).

No meio urbano encontra-se muitos materiais de construção industrializados com altos índices de difusividade, destacando: asfalto (0,39), vidro (0,45), Concreto denso (0,72) (GARTLAND, 2010).

Enquanto que em áreas rurais tendem a ser compostas por materiais com menores índices, destacando: água (0,14), solo de argila seco (0,18), madeira (0,20), solo arenoso seco (0,23), contudo há alguns materiais com índices maiores como solo de argila úmido (0,51), solo úmido arenoso (0,75) e rocha (0,97) (GARTLAND, 2010).

A associação da convecção, evaporação e armazenamento de calor resultam em calor antropogênico e saldo de radiação. O calor antropogênico é todo calor produzido pelo homem, através dos materiais de construção e cobertura, verticalização das cidades, utilização de veículos automotores, aparelhos de climatização do ar, decorrentes do aumento da população, o que exerce influência significativa na formação de ilhas de calor.

No que se refere ao saldo de radiação, este é o resultado da radiação solar global menos a radiação solar refletida, que é definida através das propriedades que os materiais têm em refletir a radiação incidente, mais a radiação atmosférica menos a radiação da superfície, que são processos que acontecem na superfície terrestre.

A maioria dos materiais urbanos reflete menores quantidade de energia solar incidente em comparação aos encontrados no meio rural, evidencia-se dois materiais com baixos valores de refletância, os pavimentos asfálticos e as coberturas com mantas asfálticas (GARTLAND, 2010).

Estudo realizado na Cidade de Cuiabá-MT no bairro Morada da Serra, analisou a influência da ocupação do solo em relação as variações climáticas. Foram

consideradas na estação chuvosa e seca, a menor amplitude marcou 0,5°C e maior de 1,4°C verificando a influência da nebulosidade no comportamento da temperatura do ar com relação a estação chuvosa.

Entretanto com relação a estação seca encontrou-se altas temperaturas associadas a altas densidades de construções e baixas temperaturas relacionadas a baixa densidade de construções, afirmam ainda que essas condições de estabilidade demonstram a influência da radiação solar sobre o comportamento dos diferentes materiais de construção ou da natureza, que interferem nas mudanças climáticas, como a temperatura do ar, na escala local (VASCONCELOS e ZAMPARONI, 2011).

2.4 CLASSIFICAÇÃO E INFLUÊNCIA DO REVESTIMENTO DO SOLO

De acordo com o tipo de uso (residencial, comercial, industrial e serviços) e revestimento do solo os componentes do ambiente urbano sofrem modificações, com relação a quantidade de radiação incidente, pois depende da altura das edificações e a distância entre elas e o tipo de material utilizado.

Cada cidade apresenta um balanço de energia especifico, pois depende de diversos fatores e características, tais como: densidade da construção, forma de ocupação do relevo, impermeabilização do solo, tamanho, canalização de rios, uso do solo, atividade antropogênica, cobertura vegetal, densidade populacional entre outros.

As trocas de energia que afetam diretamente os moradores da cidade ocorrem na camada intraurbana, a natureza das superfícies e a forma das diversas estruturas afetam e condicionam essas trocas de energia (GIVONI, 1989).

Em meios urbanos, a relação entre temperatura e umidade relativa do ar sofre interferência das características do recinto urbano. Se as superfícies que formam o recinto armazenam e irradiam muito calor, eleva-se a temperatura local, a umidade absoluta e decresce a umidade relativa, com isso o teor de umidade local dependerá

então, da interação entre a temperatura do ar e a temperatura superficial do meio circundante (MASCARÓ & MASCARÓ, 2010).

Katzschner (1997) propõe uma integração entre as escalas climáticas e as do planejamento urbano como meio de viabilizar as relações do clima urbano com o planejamento.

As principais características para estudo do clima urbano são: a estrutura urbana, tipo de revestimento do solo, tecido e metabolismo urbano, pois caracterizam morfologicamente as áreas urbanas. Através da dimensão das escalas que exercem influência na atmosfera (OKE, 2004).

Prakasam (2010) diz que a cobertura do solo se refere aos componentes que revestem a superfície terrestre, englobando solos e rochas, vegetação e florestas, água ou neve, refletindo o estado biofísico do sistema terrestre. Enquanto, que o uso do solo está relacionado com as atividades humanas sobre a terra, tais como agricultura e pastagem, construções, lazer e turismo, mineração, desflorestamento, envolvendo a modificação dos ambientes naturais.

De forma simplificada a caracterização do solo pode ser dividida em dois tipos de abordagem: a conceitual e a partir de modelos de balanços de energia. Este último é o utilizado por Oke (1980) e Assis (2000), entre outros, pois exige profundo embasamento teórico e uma grande quantidade de dados e instrumentos sofisticados.

A análise de dados a partir de imagens de satélite possibilita a produção de informações para classificação de cobertura e uso da terra, gerando mapas temáticos de acordo com as classes de interesse, como: vegetação arbórea, vegetação rasteira, solo exposto, área urbana, vias urbanas, utilizados em gerenciamento e controle das áreas estudadas (NASCIMENTO et al., 2013).

As técnicas de classificação por imagens podem ser divididas em não-supervisionada e supervisionada. Onde a classificação não supervisionada não necessita de qualquer informação sobre as classes de interesse.

Já a classificação supervisionada consiste na identificação prévia das classes de formação, através de áreas de treinamento as quais representam o comportamento médio das classes que serão mapeadas automaticamente. É recomendada quando se possui algum conhecimento sobre as classes que devem ser representadas na imagem pelo computador.

Uma das técnicas mais utilizadas é a MAXVER (máxima verossimilhança), que consiste na classificação da imagem ponto a ponto, a partir de classes fornecidas pelo usuário (ROSA, 2009).

De acordo com Tangerino & Lourenço (2013), a classificação MAXVER é a mais indicada para realização de análise do uso da terra por meio digital, pela maior acurácia demonstrada, pois possui interferência do usuário para a definição das áreas de treinamento para a classificação.

Augusto-Silva et al., (2013), diz que os classificadores que obtiveram melhor desempenho visando o mapeamento do uso e cobertura do solo são realizados por regiões, ou seja, os classificadores supervisionados.

Em estudo realizado sobre a influência da reestruturação urbana e conforto térmico em Curitiba-PR após a copa de 2014, os resultados apontam uma pequena melhoria no clima intraurbano nas linhas Azul e Verde do Metrô. Ressaltando que as diferenças mais significativas são verificadas na linha verde, pela mudança no uso do solo, isto é, alteração do uso dominante de serviço para residencial e com aumento de área vegetada (SCHMITZ e MENDONÇA, 2011).

3 ÁREA DE ESTUDO

Cuiabá está situada na região Centro Oeste do Brasil com 15°35’46” de latitude Sul e 56°05’48” de longitude Oeste, com altitude média inferior a 200m acima do nível do mar. Possui uma área de 3.538,17km², correspondendo 254,57km² à macrozona urbana e 3.283,60km² à área rural, contando com população de 551.098 habitantes (IBGE, 2010) (Figura 1).

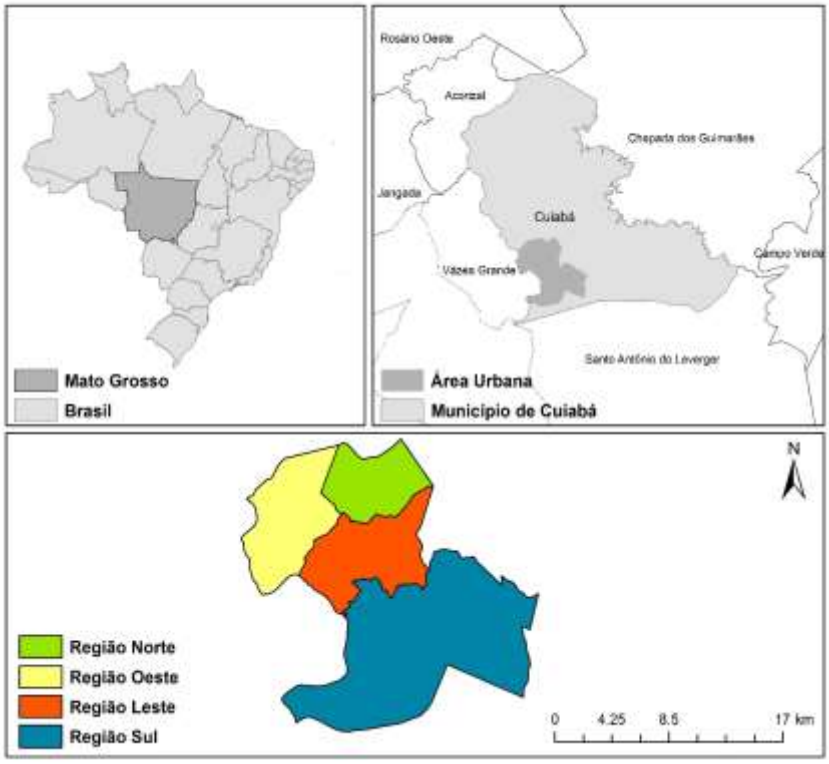

FIGURA 1 – Localização da cidade de Cuiabá no estado de Mato Grosso

Fonte: SOUZA, 2016

Está localizada no encontro de três importantes biomas brasileiros: o Pantanal, o Cerrado e a Floresta Amazônica. Conhecida como depressão cuiabana, parte integrante da depressão do Rio Paraguai, compreende uma área rebaixada, localizada à margem esquerda do Rio Cuiabá, limitando-se ao sul com Pantanal Mato-grossense (MAITELLI, 1994).

A região Centro-Oeste, possui predominância de clima quente com frequência constante de altas temperaturas, principalmente nos estados de Mato Grosso e Goiás, onde os meses mais quentes, setembro e outubro, podem ocorrer máximas superiores a 40ºC (SANTOS, 2012).

Na primavera, quando o sol passa pelos paralelos da região dirigindo-se para o Trópico de Capricórnio, são registradas altas temperaturas. Na estação do inverno são registrados tempos estáveis e seco, com altas amplitudes térmicas diárias e elevadas temperaturas (SANTOS, 2012).

Entretanto, frequentemente ocorrem baixas de temperatura resultantes da invasão do Anticiclone Polar vindo do oceano Pacífico, provocando um forte declínio na temperatura do ar, com céu limpo e pouca umidade específica. A essa ação dá-se o nome de “Friagem” e sua duração é, em média, de três a quatro dias (NOGUEIRA et al., 2005).

A direção do vento predominante na cidade é N (norte) e NO (noroeste) durante a maior parte do ano e S (sul) no período do inverno. Cuiabá apresenta baixa frequência e velocidade média dos ventos, que torna a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar mais perceptível, já que as trocas térmicas por convecção são minimizadas (OLIVEIRA, 2011).

Diante dessas características, observa-se as intervenções urbanas ocorridas na cidade para a copa do mundo de 2014, tendo com isso alteração no seu traçado urbano com obras referentes a travessia urbana, principalmente em suas principais avenidas e em alguns pontos de referência.

Com isso, pode-se citar alguns locais dentro da área de estudo que sofreram alterações desde a pesquisa realizada por SANTOS (2012): o complexo viário do Tijucal (1), viaduto Av. Beira Rio (2), viaduto da UFMT (3), Trincheira Santa Rosa (4), Parque Dante de Oliveira (5), Rotatória Porto (6), Viaduto Miguel Sutil (7), Parque Massairo Okamura (8) e Viaduto SEFAZ (9), (Figura 2).

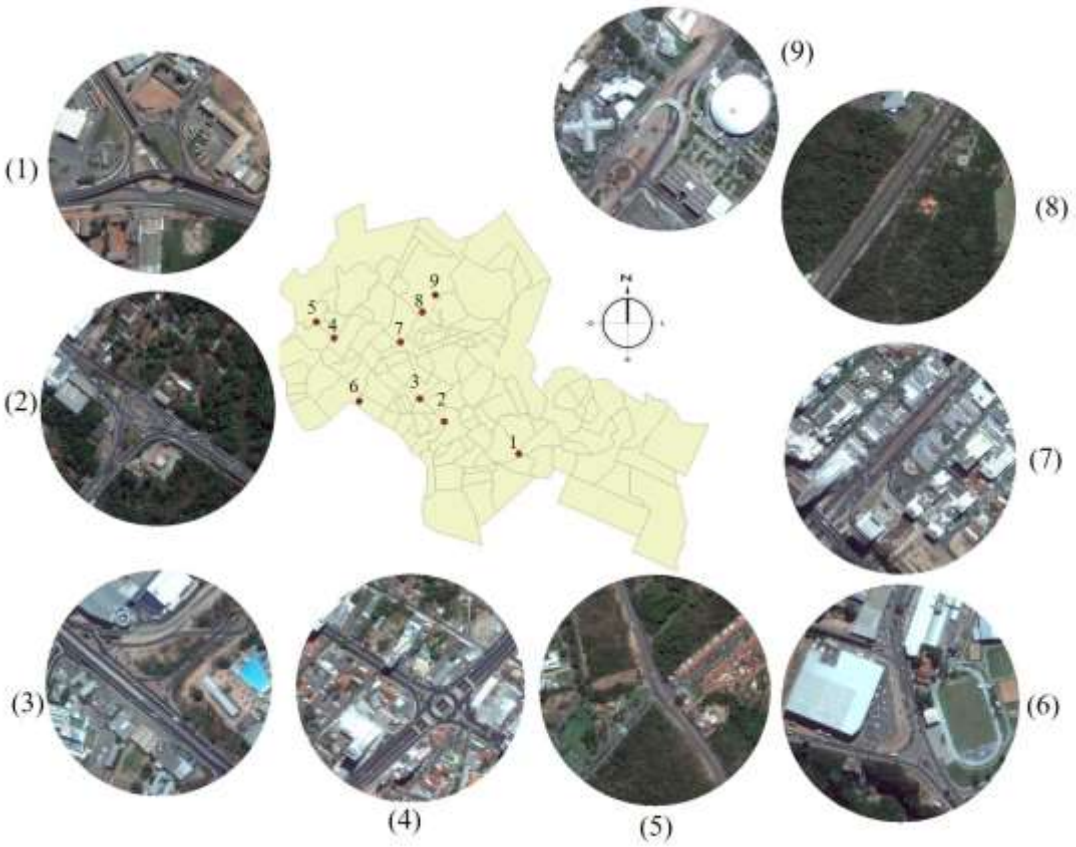

FIGURA 2 - Locais dentro da área de estudo que sofreram alterações entre os anos de estudo

Por se tratar de um ambiente que passou por recentes intervenções urbanas, faz-se necessário o conhecimento da área de estudo e as modificações ocorridas entre 2011-2012 a 2016 em decorrência do megaevento. Desta forma, a seguir é apresentado o item materiais e métodos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Monteiro (2003), é necessário adentrar a cidade e identificar a influência da vida citadina em vários aspectos, tais como: tráfego de veículos automotores, concentração de aparelhos de ar condicionado, remoção da cobertura vegetal, canalização de córregos, adensamento de construções.

O conhecimento sobre as características urbanas, referente às mudanças térmicas associada ao uso de materiais que recobrem o solo que têm a capacidade de modificar os elementos climáticos que compõem a atmosfera local.

Desta maneira, para comparação das condições termohigrométricas foi utilizada a escala microclimática em 19 pontos fixos, pelo método de transectos móveis noturnos, com dados de 2011-2012 (SANTOS, 2012) e coleta em 2016, isto é, antes e pós intervenções intraurbanas em Cuiabá-MT nas quatro estações do ano.

4.1 MEDIÇÃO DAS VARIAVÉIS CLIMÁTICAS

Surgindo da necessidade para diminuir custos das coletas das variáveis climatológicas, o método do transecto móvel consiste em um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos com distâncias pré-determinadas.

O comprimento do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo, do tempo disponível e da finalidade a amostrar (KREBS, 1989 apud SANTOS, 2012).

Este método permite avaliar o comportamento da temperatura e umidade do ar em cada intervalo do percurso e cobrir grande parte da área de estudo, por meio de sensores que são normalmente instalados em veículos ou carregados manualmente por uma pessoa ao longo de um trajeto específico do ambiente de estudo. Sendo usualmente utilizada para detalhar a distribuição horizontal das variáveis do clima (ALVES, 2010 apud SANTOS, 2012).

Essa metodologia foi empregada primeiramente por Oke (1982), posteriormente por Maitelli (1994), Amorim (2002), Araújo et al. (2008), Alves (2010) e Santos (2012), cujos trabalhos demonstram a eficiência deste procedimento.

A metodologia para a coleta de temperatura do ar e umidade relativa do ar consistiu na definição de dois transectos, com coletas móveis utilizando veículo automotor, que requer que o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e no ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade que deve variar entre 30 e 40km/h (ARAUJO, et al., 2008).

Desta maneira, parava-se com o carro em cada ponto por aproximadamente 1 minuto, obtendo-se os dados instantâneos do local durante o percurso e em pontos pré-estabelecidos com diferentes revestimentos do solo.

Os pontos foram divididos em 02 transectos, o Transecto 1 no sentido Leste/Oeste com aproximadamente 19,6km, tendo início no ponto 01 finalizando no ponto 10, totalizando 10 pontos fixos (Figura 3).

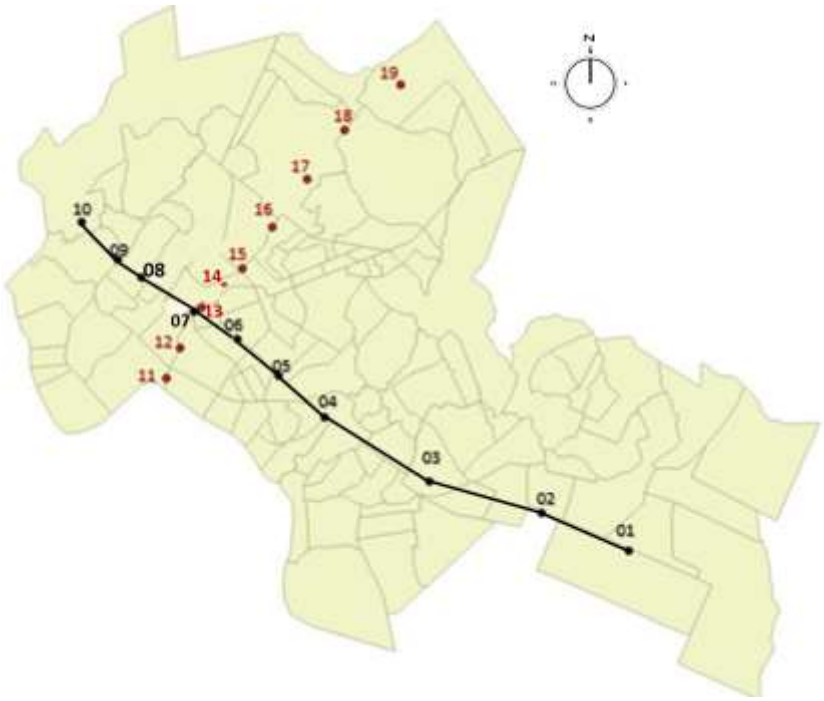

FIGURA 3 – Localização dos pontos fixos na área de estudo no Transecto 1

Posteriormente, o Transecto 2 no sentido Sul/Norte com aproximadamente 11,6km, tendo início no ponto 11 finalizando no ponto 19, com 09 pontos fixos (Figura 4).

FIGURA 4 – Localização dos pontos fixos na área de estudo no Transecto 2

As medições foram realizadas nas quatro estações de 2016, seguindo o mesmo período utilizado por SANTOS (2012) a partir das 20h, horário que as temperaturas não experimentam mudanças rápidas pela ausência da radiação solar, justamente pela diferença de tempo entre a primeira e a última medida.

Foram estabelecidos dias com condições de tempo atmosférico ideal, ou seja, céu claro e ventos fracos (OKE, 1982), devido a essas condições as medições ocorreram de forma diferencia ao longo dos meses, em todas as estações do ano (Tabela 1a e 1b).

Tabela 1a – Período de medição por transectos móveis por SANTOS (2012)

MÊS	DIA	ESTAÇÃO
ABRIL/2011	12/19/26	OUTONO
MAIO/2011	09/17/26	OUTONO
JUNHO/2011	14/16/21/28	OUTONO/INVERNO
JULHO/2011	07/12/21/26	INVERNO
AGOSTO/2011	08/16/29/30	INVERNO
SETEMBRO/2011	06/19/25/28	INVERNO/PRIMAVERA
OUTUBRO/2011	24	PRIMAVERA
NOVEMBRO/2011	09/23	PRIMAVERA
FEVEREIRO/2012	28	VERÃO
MARÇO/2012	18/19	VERÃO

Tabela 1b – Período de medição por transectos móveis em 2016

MÊS	DIA	ESTAÇÃO
MARÇO/2016	04/06/18/20	VERÃO
MAIO/2016	11	OUTONO
JUNHO/2016	06/11/12	OUTONO
JULHO/2016	12	INVERNO
AGOSTO/2016	06	INVERNO
SETEMBRO/2016	10/15	INVERNO
OUTUBRO/2016	28/29	PRIMAVERA
DEZEMBRO	11/20	PRIMAVERA

Para as coletas realizadas em 2011 e 2012, utilizou-se um Datalogger de temperatura e umidade do ar da marca Instrutherm, modelo HT-500, denominado sensor (1). Protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo, aproximadamente a 2,00m do solo.

Simultaneamente, foi utilizado GPS/MAP da marca Garmin, modelo 76Cx, obtendo-se as coordenadas geográficas angular e UTM (Universal Tranversa de Mercator), Zona 21, para precisão dos locais de medição dos pontos (SANTOS, 2012) (Figura 5).

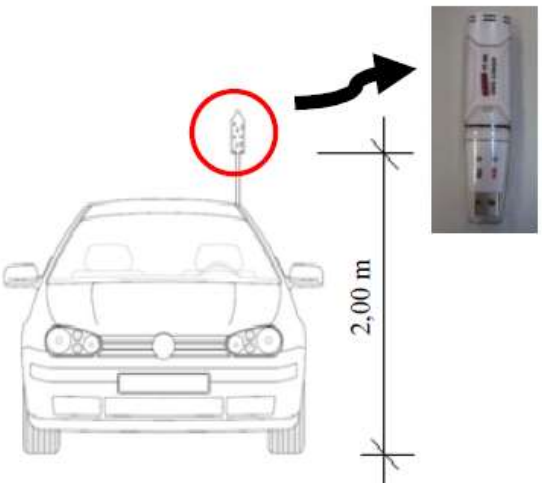

FIGURA 5 - Sensor (1) utilizado por Santos (2012)

Fonte: SANTOS, 2012

Santos (2012) utilizou registro de uma estação microclimática no nível das modificações urbanas, localizada no Bairro Areão, região leste de Cuiabá para a calibração de seus dados dos pontos fixos. Com influência do revestimento do solo em um raio de 200m.

Foi registrado regularmente a temperatura e a umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento com intervalo de registro de dados pra 15 minutos nas 24h de cada dia. A validação desses dados, foi obtida por meio de registros da estação meteorológica do Aeroporto Marechal Rondon.

Para a coleta de dados realizada em 2016, utilizou-se Datalogger com GPS, modelo GK_V02, denominado sensor (**2**). Obtendo as coordenadas geográficas angular e posteriormente convertendo em UTM (Universal Tranversa de Mercator) utilizando Datum WGS84 Zona 21S, para precisão dos locais de medições dos pontos.

Também se utilizou o RTL-10709 sensor de temperatura do ar e umidade relativa do ar, modelo AM2302, protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo, fixado a aproximadamente 2,00m do solo (Figura 6).

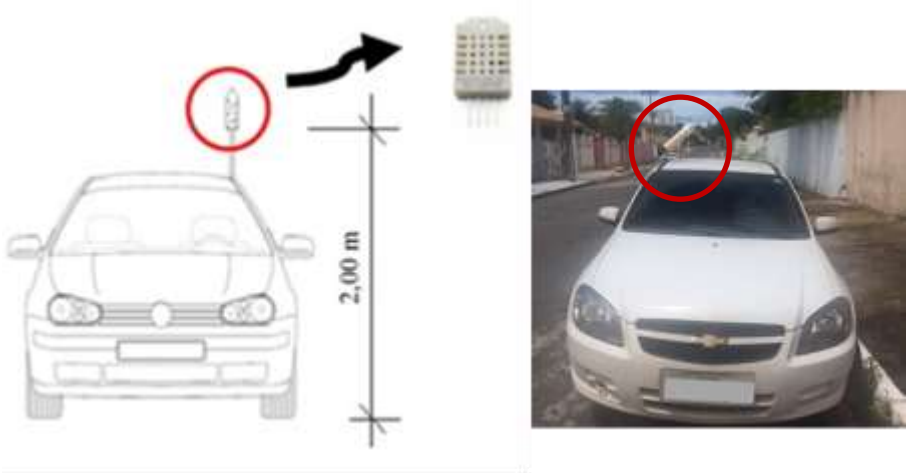

FIGURA 6 – Sensor (2) utilizado em 2016

Para análise dos dados, foram feitas planilhas separados por ponto e ano. Contudo, para a comparação fez-se o uso das médias dos registros de temperatura do ar e umidade relativa do ar entre os anos, em ambos os transectos nas quatro estações utilizando as coordenadas geográficas em UTM, para precisão dos locais de medições dos pontos.

4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para validação dos dados encontrados entre os anos de estudo da temperatura do ar, umidade relativa do ar e revestimento do solo, foram realizados testes estatísticos.

Os testes estatísticos são utilizados em pesquisas que tem como objetivo comparar os dados encontrados, fornecendo validade. Os testes podem ser paramétricos e não-paramétricos. Nos testes paramétricos os valores da variáveis estudadas devem ter distribuição normal ou aproximação normal. Porém nos testes não-paramétricos, são quando não se conhece bem a distribuição (CALLEGARI-JAQUES, 2003).

Nesta pesquisa para verificação da normalidade dos dados, foi adotado o Teste de Shapiro-Wilk (S-W). Estudos referendam que é aparentemente o melhor teste de aderência à normalidade, sendo utilizado para diferentes distribuições e tamanhos de amostras. Quanto menor for o valor-p, menor é a consistência entre os

dados e a hipótese nula, ou seja, para saber se a distribuição é normal o valor de sig. ou valor-p <= 0,05, rejeitando-se H0, isto é, não se pode admitir que o conjunto de dados em questão tenha distribuição normal. Se o valor de sig. ou valor-p >0,05 não se rejeita H0, ou seja, pode admitir que o conjunto de dados em questão tenha distribuição normal (LOPES et al., 2013).

Em algumas variáveis foram utilizados somente o teste de Levene, que verifica a homogeneidade das variâncias entres os grupos, isto é, quando sig. ou valor-p <0,05, não são homogêneos, ou seja, a variação é significativa entre os grupos e quando sig. ou valor-p >0,05, são homogêneos, ou seja, não há variância significativa entre os grupos (MUNDSTOCK et al., 2006).

Na análise de resultados que não apresentam comportamento segundo uma distribuição normal, a mediana de cada grupo de resultados é utilizada como estimativa do valor verdadeiro, sendo designada como referência para cada parâmetro analisado (LOPES, 2010).

Para a comparação das médias encontradas na temperatura do ar, umidade relativa do ar e revestimento do solo entre os anos, foi adotado o teste "**t**" de student. Estudos referendam que é o apropriado para comparar as médias de uma variável entre dois grupos independentes, verificando a igualdade das médias dos grupos, onde o sig. ou valor-p <0,05, não são iguais, ou seja, há diferença significativa entre os grupos e sig. ou valor-p >0,05, são iguais, ou seja, não há diferença significativa entre os grupos (MUNDSTOCK et al., 2006).

Estes testes foram necessários para verificar se as diferenças encontradas nas variáveis entre os anos de estudo foram impactantes no microclima da cidade.

4.3 VALIDAÇÃO DO SENSOR 2

Para validação dos dados, foram utilizados os registros obtidos pela Estação Meteorológica Automática do INMET (disponibilizados gratuitamente em tempo

real: http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php), denominada Estação INMET, situada em Várzea Grande-MT, cidade adjacente a Cuiabá.

A estação está instalada numa área livre de obstruções naturais e prediais em área gramada. Os sensores e demais instrumentos estão fixados em um mastro metálico de 10m de altura, aterrado eletricamente e protegido por para-raios.

A validação foi realizada fazendo a análise entre os dados obtidos pela estação INMET e os dados do sensor (2), através do teste de Levene (Tabela 2).

Tabela 2 – Validação do dados do sensor (2) por meio do Teste de Levene com os dados da estação INMET

		Estatística de Levene	**df1**	**df2**	**Sig.**
TEMP (°C)	Com base em média	,045	1	22	,83
	Com base em mediana	,023	1	22	,88
	Com base em mediana e com df ajustado	,023	1	21,98	,88
	Com base em média aparada	,040	1	22	,84
UR (%)	Com base em média	1,95	1	22	,17
	Com base em mediana	,024	1	22	,62
	Com base em mediana e com df ajustado	,024	1	17,81	,62
	Com base em média aparada	1,79	1	22	,19

Na validação utilizando os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, foi obtido valor de sig.>0,05, admitindo que os dados são homogêneos e que não há diferença significativa entre os grupos.

Para elaboração dos gráficos de comparação da temperatura do ar, umidade relativa do ar e revestimento do solo foi utilizada a ferramenta Sigmaplot. Já para os gráficos de distribuição da diferença da temperatura do ar, umidade relativa do ar foi utilizado a ferramenta Surfer 11, onde foram inseridos os dados no eixos x, y e z,

que corresponde a localização dos pontos, estações do ano e varável a ser analisada em cada transecto, respectivamente.

4.4 PONTOS FIXOS E INTERVENÇÕES URBANAS

Com relação as intervenções urbanas ocorridas entre 2011-2012 e 2016, foram utilizadas imagens de satélite com alta resolução dos anos de estudo, disponibilizadas pelo software Google Earth, estabelecendo um raio de influência de 200m, segundo metodologia de Oke (2004) no entorno de cada ponto, com suas respectivas descrições separados por transecto (Figuras 7 a 25).

4.4.1 Imagens e descrição dos pontos fixos entre os anos de estudo.

a) Transecto 1

FIGURA 7 – Ponto 1 (P1) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O Ponto 1 está situado na BR-364, região sul do município. Segundo a Lei de Uso e Ocupação do solo de 2015 (LUOSU) pertence a zona alto impacto, com predomínio de atividades comerciais e fluxos de veículos pesados. Localiza-se bem

em frente a um posto de gasolina que é utilizado como “dormitório” de caminhoneiros.

FIGURA 8 – Ponto 2 (P2) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 2 está situado na BR-364, pertence a zona corredor tráfego 2, com predomínio de atividades comerciais e fluxo de veículos pesados. Possui muitas áreas verdes e de solo exposto. Localizado em frente a terrenos com pouca área edificada e com presença de cobertura arbórea.

FIGURA 9 – Ponto 3 (P3) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 3 está situado na Av. Fenando Correa da Costa, em Zona de corredor de tráfego 2 (LUOSU, 2015), tem como característica áreas com vegetação, atividades comerciais e fluxo de veículos. Está localizado próximo a edificações comerciais.

FIGURA 10 – Ponto 4 (P4) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 4 está situado na Av. Fenando Correa da Costa, em Zona de corredor de tráfego 1 na região sul. Área com atividades comerciais e residenciais, com alto fluxo de veículos. Possuindo nas suas proximidades Parque Urbano Zé Bolo Flor com área de 66 hectares, Horto Florestal com área de 15 hectares e o Rio Coxipó. Sofreu intervenções para a execução do Viaduto Beira Rio, obra que faz parte do projeto de travessia urbana para a Copa 2014.

FIGURA 11 – Ponto 5 (P5) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 5 está localizado na entrada do Campus da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), pertence a zona de corredor de tráfego 1. Caracterizada por grande fluxo de atividades comerciais, serviços, residencial, fluxo intenso de veículos e pessoas. Fez parte do projeto de trvaessia urbana para a Copa de 2014, com a implantação do Viaduto da UFMT e Av. Parque do Barbado. Presença de corpos d' água, através de piscinas e parte do córrego do Barbado.

FIGURA 12- Ponto 6 (P6) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 6 está situado em zona de corredor de tráfego 1, na região sul do município. Com presença de área residencial, serviços e comerciais. Apresentando alto fluxo de veículos e pessoas. Nas proximidades tem-se o córrego do Gambá, com presença de cobertura paisagística e arbórea.

FIGURA 13 – Ponto 7 (P7) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 7 está localizado em zona de área central da cidade. Possui atividades de predomínio comercial e serviços, com alto fluxo de veículos e pessoas. Há em suas proximidades praças com cobertura arbórea.

FIGURA 14 – Ponto 8 (P8) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 8 está localizado em zona de corredor de trafego 1. A região contempla áreas residenciais do tipo multifamiliar, além de atividades comerciais e de serviços.

FIGURA 15 – Ponto 9 (P9) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 9 está situado em zona de corredor de trafego 1. Lozalizado em área que sofreu intervenção urbana para obras de travessia urbana com a construção da Trincheira Santa Rosa. Possui alto fluxo de veículos e pessoas. Presença de atividades comerciais, serviços e residencial do tipo multifamiliar em sua maioria.

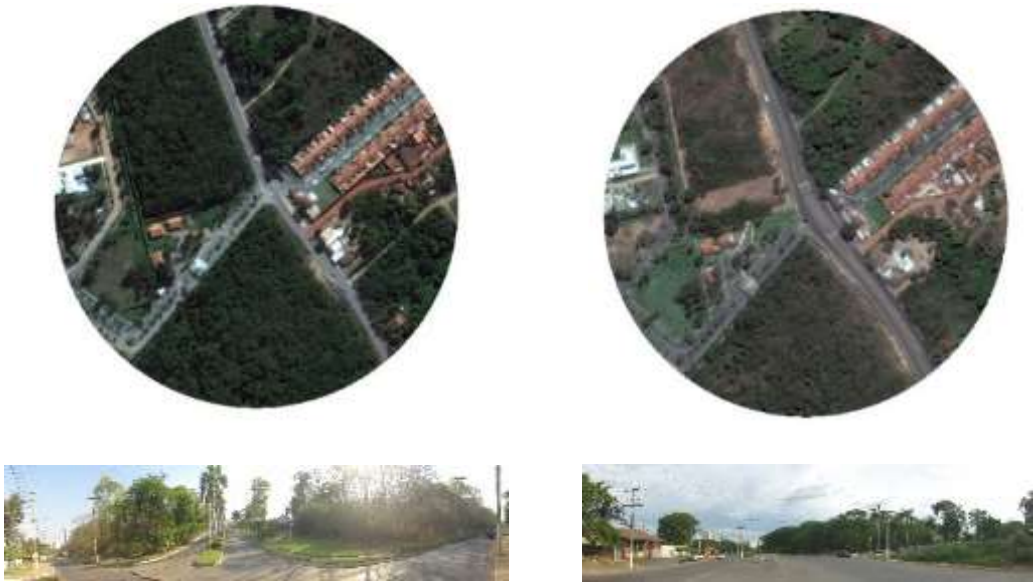

FIGURA 16 – Ponto 10 (P10) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 10 situado em Zona de Expansão Urbana. Possui em sua proximidade a presença do Parque urbano Dante de Oliveira com área de 30 hectares, além de atividades do tipo residencial, através de condominios horizontais de alto padrão.

c) Transecto 2

FIGURA 17 – Ponto 11 (P11) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 11, localizado em área central, adjacente ao município de Várzea Grande-MT. Possui em sua proximidade a presença do Rio Cuiabá, e vários centros comerciais e um complexo esportivo. Com alto fluxo de veículos e pessoas. Faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 18 – Ponto 12 (P12) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 12 está situado em zona de área central. Localizado na Av. da Prainha, com grande fluxo de veículos e presença de áreas comerciais e serviços. Faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 19 – Ponto 13 (P13) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 13 está localizado próximo a zona de interesse ambiental 2 através do Parque Atônio Pires de Campos (Morro da Luz). Possui atividades comerciais, serviços, com alto fluxo de pessoas e veículos. Faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 20 - Ponto 14 (P14) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 14 está situado em zona de corredor de trafego 1. Localizado no inicio da Av. Historiador Rubens de Mendoça (Av. do CPA), com presença de atividades comerciais e serviços As edificações neste local são verticalizadas, formando canyons urbanos. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 21 – Ponto 15 (P15) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 15 está situado em zona de corredor de trafego 1, localizado na Av. do CPA próximo ao Viaduto da Miguel Sutil, possui grande fluxo de veículos, com atividades comerciais, serviços e residenciais do tipo multifamiliar. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 22 – Ponto 16 (P16) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 16 está situado em zona de corredor de trafego 1. Esta localizado na Av. do CPA próximo a dois centros comerciais que promove grande fluxo de pessoas, veículos e serviços. Possui em sua proximidade áreas residenciais do tipo multifamiliar. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 23 – Ponto 17 (P17) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 17 está situado em zona de interesse ambiental 2. Localizado na Av. Do CPA em frente ao Parque Massairo Okamura com área de 53,77 hectares. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

FIGURA 24 – Ponto 18 (P18) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 18 está situado em zona de corredor de tráfego 1. Localizado na Av. do Cpa em frente ao ginásio poliesportivo “Verdinho”, esta area possii fluxo de veículos e pessoas devido as atividades residenciais do tipo unifamiliar. Possui atividades comerciais e de serviços porém com baixa intensidade. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT, sendo o último ponto em Cuiabá.

FIGURA 25 – Ponto 19 (P19) – Ocupação do solo com raio de 200m de influência e fotografia do local em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 19 está situado em Zona de expansão urbana. Localizado na Av. do CPA em região periferica da cidade. Tem como caracteristica, grandes áreas verdes, solo exposto e pouca e pavimentação asfaltica. Áreas degradas por processo antropogênico através de queimadas. As atividades encontradas são em sua maioria residencial.

Posteriormente, foram gerados mapas temáticos através do software ArcGIS 10.3 (versão teste) empregando o método de classificação supervisionada através da técnica MAXVER (máxima semelhança), obtendo as porcentagens referentes a cada classe de interesse.

5 APRESENTAÇÃO E ÁNALISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos resultados e discussões sobre a comparação termohigrométrica pós intervenções urbanas.

As etapas foram:

a) Análise das alterações do revestimento do solo antes e pós intervenções urbanas;
b) Caracterização das estações do ano entre 2011-2012 e 2016;
c) Análise termohigrométrica nas estações do ano por transecto entre os anos;
d) Análise do comportamento termo-higrométrico e intervenções urbanas entre os anos.

5.1 ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO REVESTIMENTO DO SOLO ANTES E PÓS INTERVENÇÕES URBANAS

Com relação as intervenções urbanas ocorridas na cidade antes (2011-2012) e pós Copa do Mundo (2016) ao longo dos transectos, foi necessário elaborar mapas temáticos para o levantamento do tipo de revestimento do solo afim de mensurar as intervenções ocorridas.

Foram adotadas 6 classes de revestimento do solo, isto é, cobertura paisagística (vegetação rasteira), cobertura arbórea, solo exposto, área pavimentada, área edificada e corpos d'água.

Os mapas foram gerados empregando o método de classificação supervisionada, através da técnica MAXVER (máxima semelhança), obtendo as porcentagens referentes a cada classe de interesse.

5.1.1 Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo e respectivas porcentagens

a) Transecto 1

Os pontos que sofreram modificações diretas no Transecto 1 foram: P4, P5, P9, com obras relacionadas a mobilidade urbana no que se refere a execução do Viaduto Beira Rio, Viaduto da UFMT/Av. Parque do Barbado e construção da Trincheira Santa Rosa.

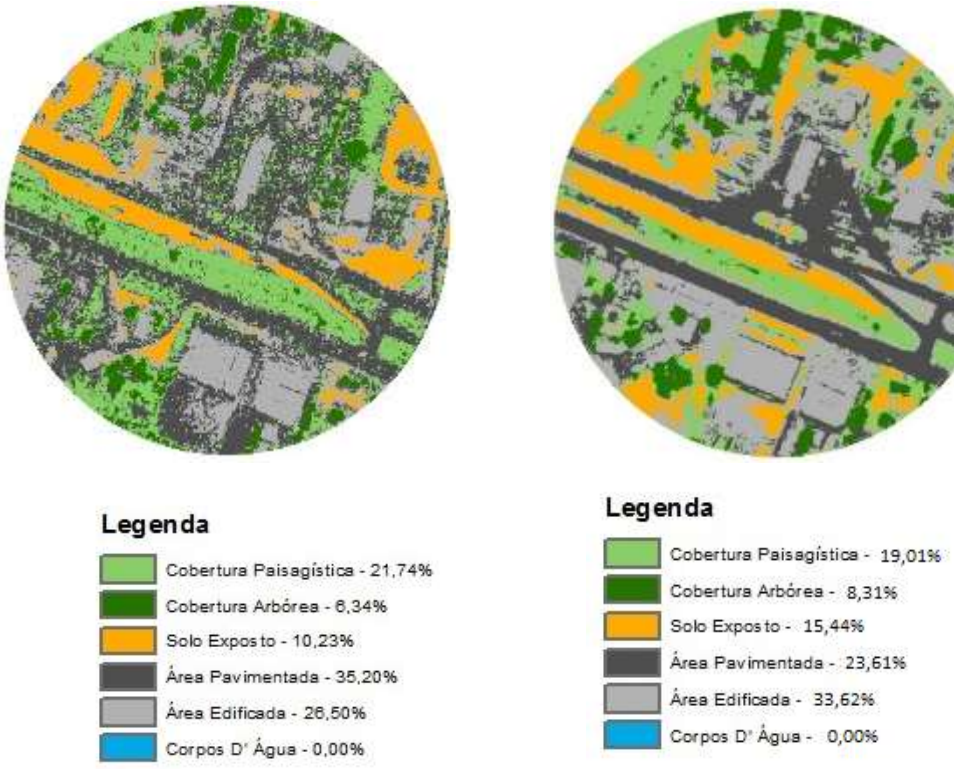

FIGURA 26 – Ponto 1 (P1) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 1 está localizado em área de expansão urbana da cidade de uso predominantemente comercial e com alto fluxo de veículos pesados. Contudo, observou-se neste ponto, diminuição de 11,59% de área pavimentada e aumento de 5,21% de solo exposto e 7,12% de área edificada em relação a 2012.

Deve-se salientar que este ponto está localizado em zona de alto impacto. Segundo a LUOSU (2015) é definida, por seu grau impactante, porte, periculosidade, potencial poluidor e incremento da demanda por infraestrutura.

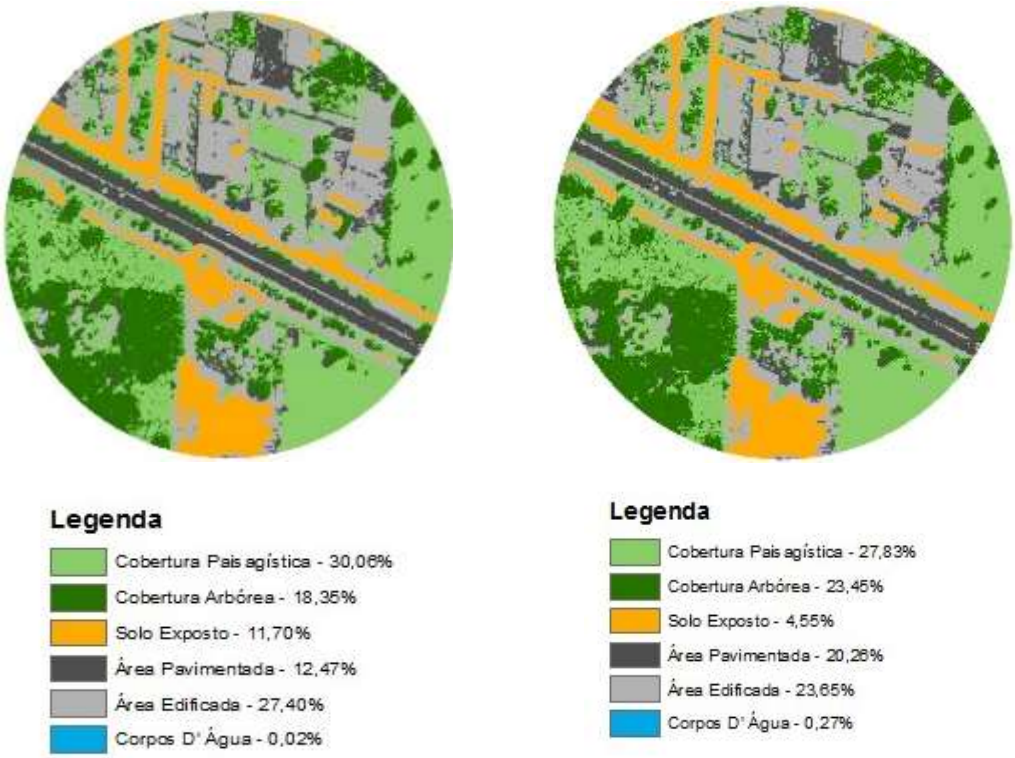

FIGURA 27 – Ponto 2 (P2) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 2 possui muitas áreas verdes com predominância de cobertura paisagística. Entretanto, observou-se neste ponto diminuição de 7,15% de solo exposto, com aumento de 5,10% de cobertura arbórea e 8,19% de área pavimentada em relação a 2012. Vale ressaltar que este ponto está localizado em zona de corredor de trafego 2, o que pode explicar o aumento de área pavimentada.

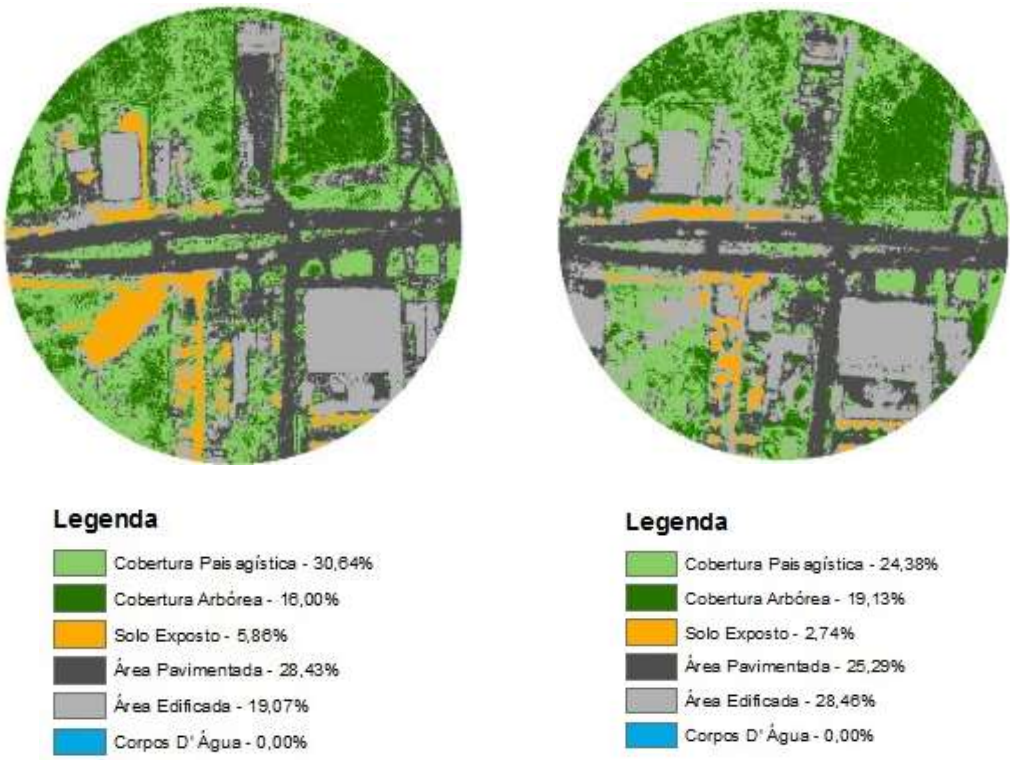

FIGURA 28 – Ponto 3 (P3) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 3 tem como característica áreas com vegetação, atividades comerciais e fluxo de veículos. Porém, observou-se no ponto 3, diminuição de 5,81% de cobertura paisagística e aumento de 9,39% de área edificada em relação a 2012. Vale ressaltar que este ponto está localizado em zona de corredor de trafego 2, o que pode explicar o aumento de área edificada.

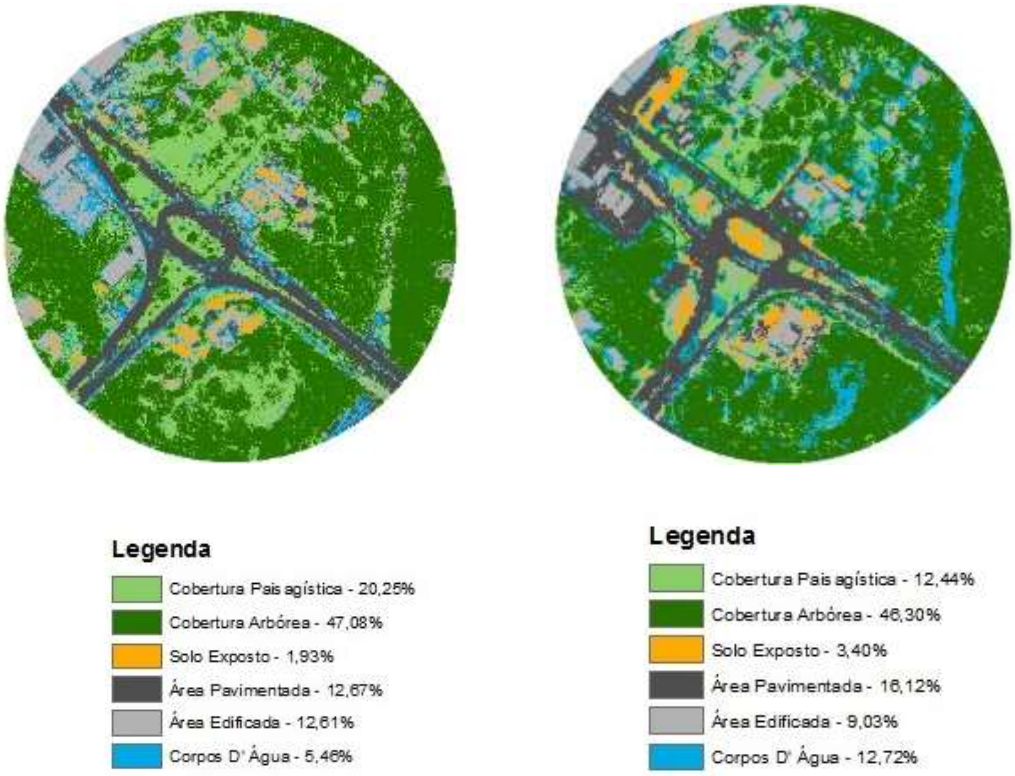

FIGURA 29 – Ponto 4 (P4) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 4 está em área com atividades comerciais e residenciais, com alto fluxo de veículos. Observou-se neste ponto, diminuição de 7,81% de cobertura paisagística e aumento de 7,26% de corpos d'água em relação a 2012. Devido as intervenções para a execução do Viaduto Beira Rio, obra que faz parte do projeto de travessia urbana para a Copa 2014.

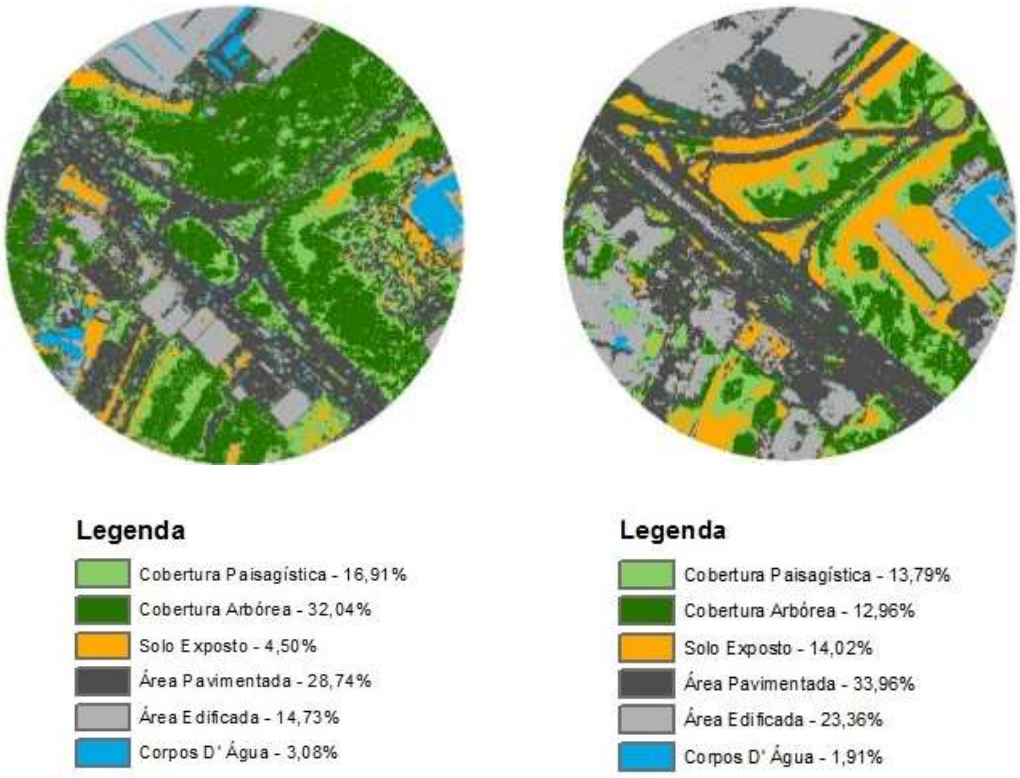

FIGURA 30 – Ponto 5 (P5) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 5 está localizado na entrada do campus da UFMT pela Av. Fernando Correa da Costa, área caracterizada por atividades comerciais, serviços, residencial e fluxo intenso de veículos e pessoas. Foi observado no ponto 5, diminuição de 19,08% de cobertura arbórea, com aumento de 9,52% de solo exposto e 8,63% de área edificada em relação a 2012. Contudo, este ponto fez parte do projeto de travessia urbana para a Copa de 2014, com a implantação do Viaduto da UFMT e Av. Parque do Barbado.

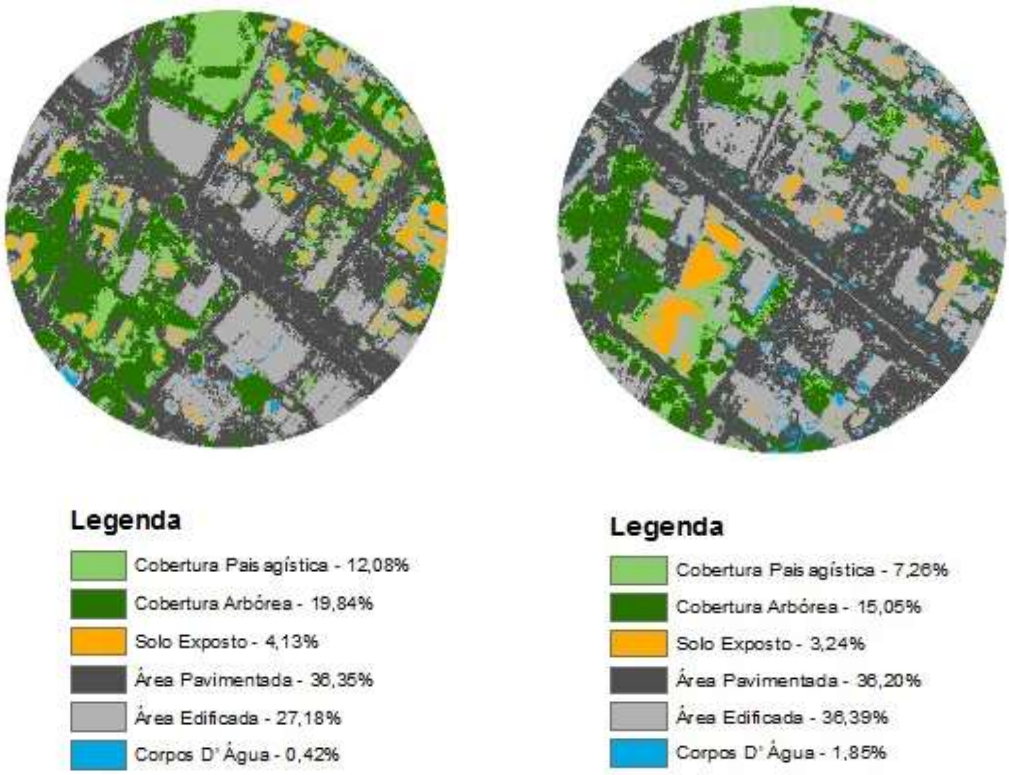

FIGURA 31 – Ponto 6 (P6) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 6 possui em seu entorno de áreas de uso residencial, serviços e comerciais. Foi observado neste ponto, diminuição de aproximadamente 5,00% de cobertura paisagística e arbórea, com aumento de 9,52% de solo exposto, 5,22% de área pavimentada e 8,63% de área edificada em relação a 2012, o que caracteriza áreas que pertencem à zona de corredor de tráfego 1.

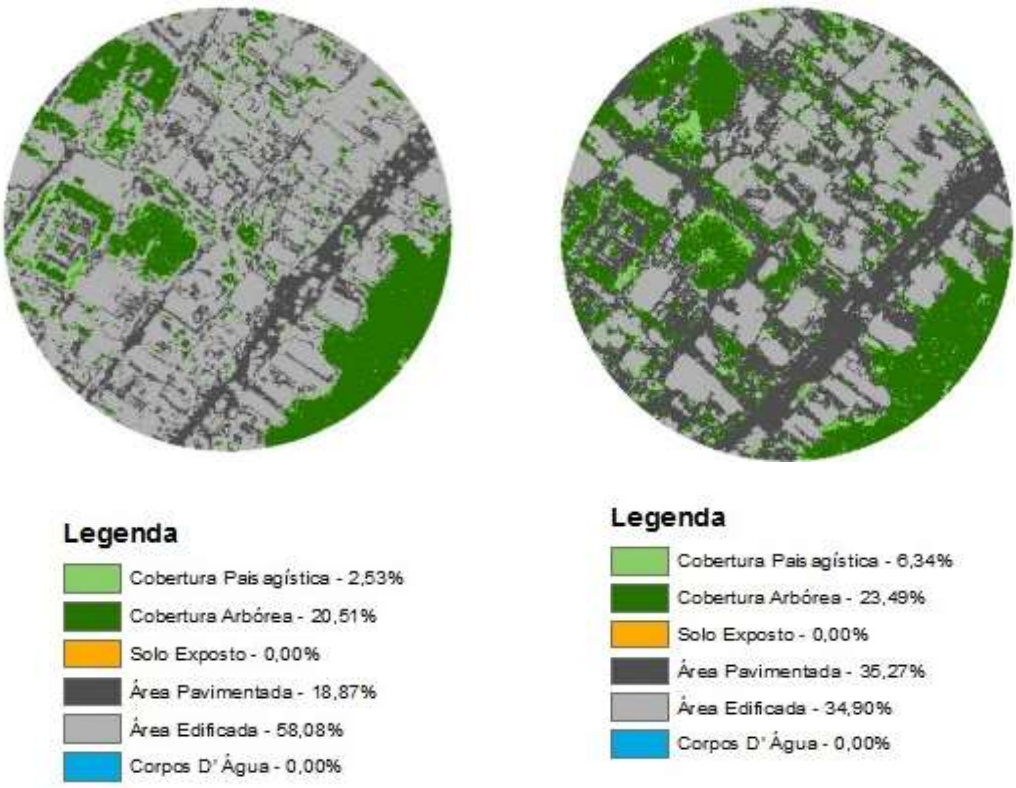

FIGURA 32 – Ponto 7 (P7) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 7 está localizado em área central da cidade, possuindo em seu entorno atividades comercias e de serviços. Foi observado neste ponto, diminuição de 23,18% de área edificada, com aumento de 16,40% de área pavimentada em relação a 2012, devido algumas desapropriações realizadas no período.

FIGURA 33 – Ponto 8 (P8) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O Ponto 8 está localizado em área de uso comercial e residencial do tipo multifamiliar, com edificações verticalizadas. Observou-se no ponto 8, diminuição de aproximadamente 6,00% de área pavimentada, com aumento de aproximadamente 12,00% de área edificada em relação a 2012.

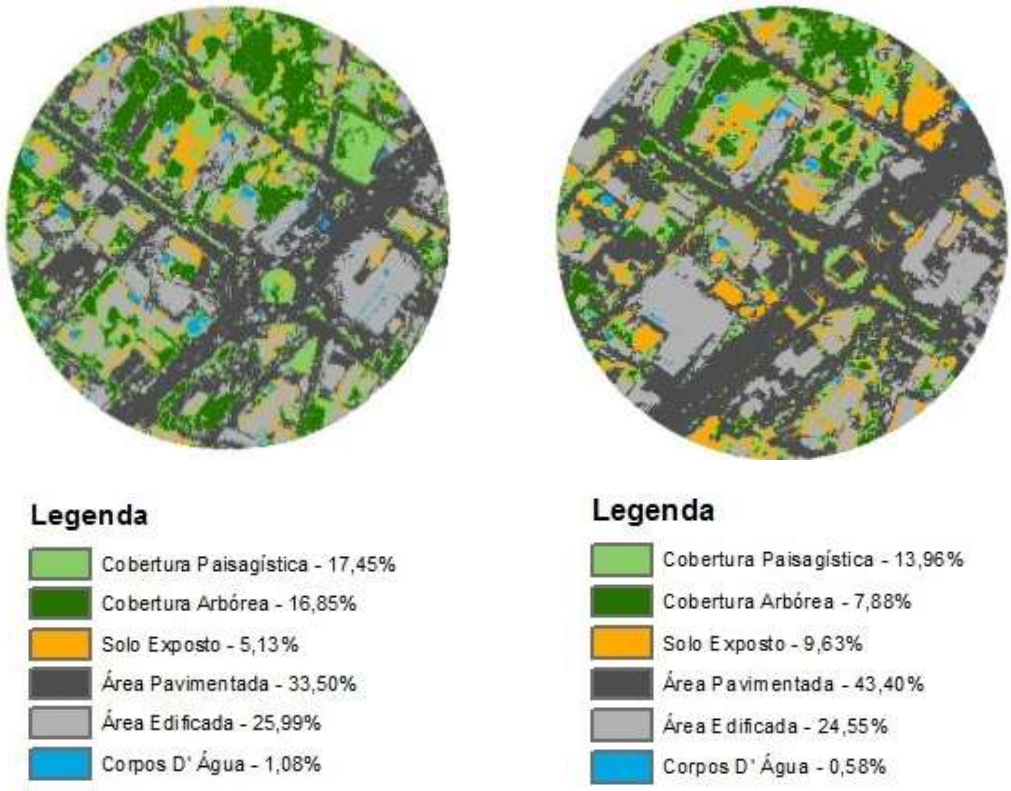

FIGURA 34 – Ponto 9 (P9) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O Ponto 9, está localizado em área de uso comercial e residencial do tipo multifamiliar, com edificações verticalizadas. Observou-se no ponto 9, diminuição de aproximadamente 9,00% de cobertura arbórea, com aumento de aproximadamente 10,00% de área pavimentada em relação a 2012. Vale ressaltar que este ponto sofreu intervenção urbana para obras de travessia urbana com a construção da Trincheira Santa Rosa.

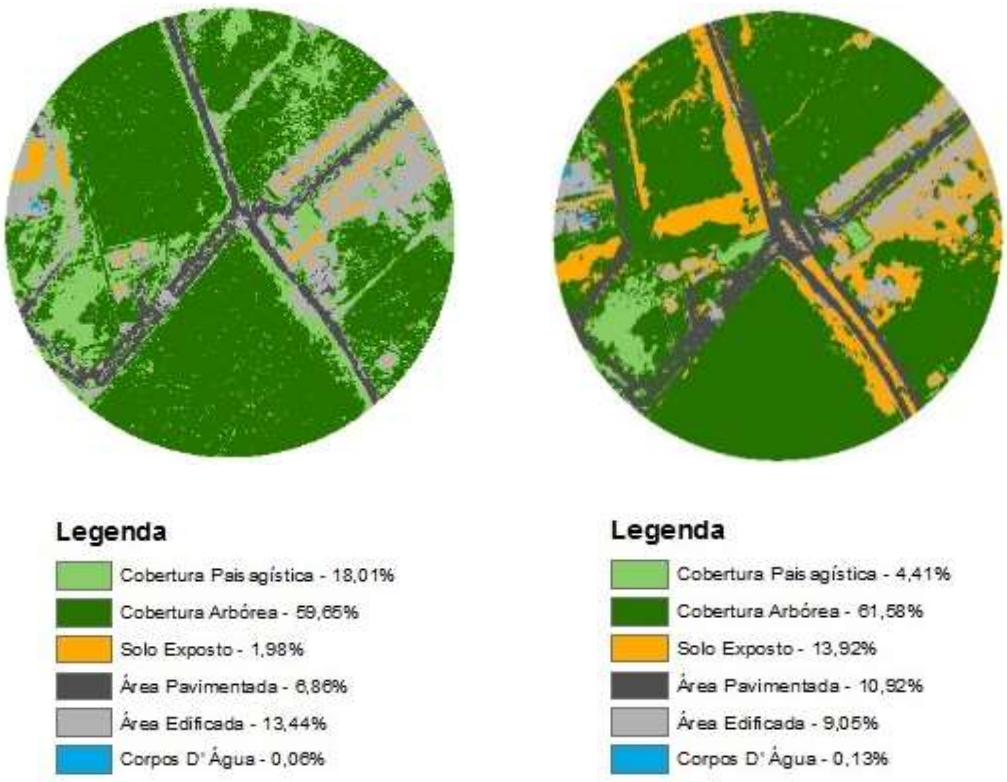

FIGURA 35 – Ponto 10 (P10) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 10, possui em seu entorno atividade do tipo residencial multifamiliar. Observou-se no ponto 10, diminuição de 13,60% de cobertura paisagística, com aumento de aproximadamente 12,00% de solo exposto em relação a 2012. Pois está situado em zona de expansão urbana da cidade.

Desta maneira, temos as maiores reduções médias de cobertura paisagística no ponto P4 de -7,81% e no P10 de -13,60%. No que se refere a cobertura arbórea temos reduções, de -19,08% no P5 e de -8,97% no P9, nestes pontos observou-se aumento de 9,52% e de 11,94 de solo exposto, respectivamente (Figura 35).

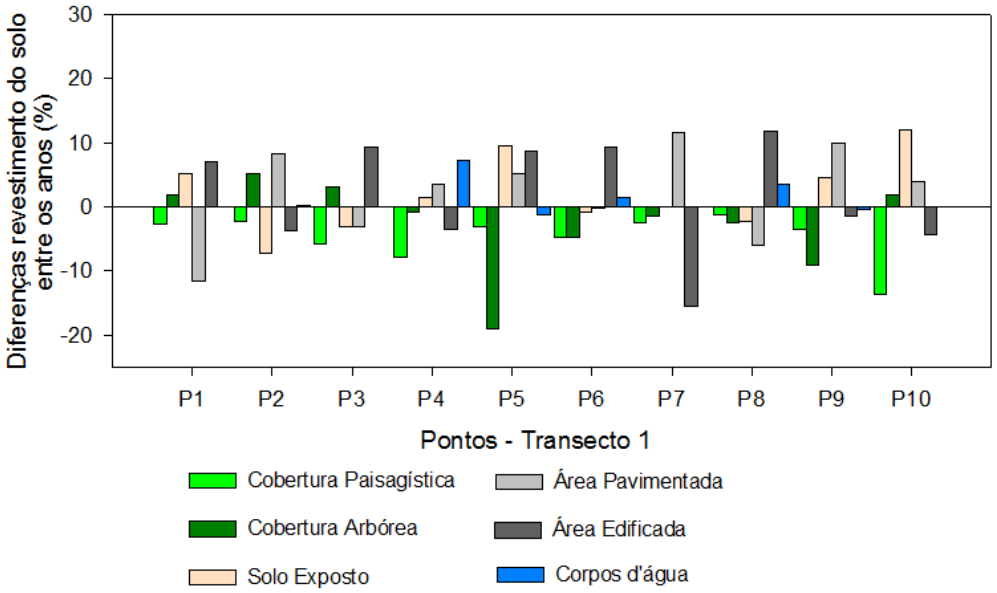

FIGURA 36 – Comparação dos tipos de revestimento do solo nos 10 pontos fixos do Transecto 1 entre os anos

Em estudo no sul da China, foram encontradas regiões de solo exposto mais aquecidas que os demais tipos de cobertura (CHEN et al., 2006).

Entretanto, os maiores aumentos médios de área pavimentada foram de 16,40% no P7 e de 9,90% no P9. Enquanto, na classe área edificada os maiores aumentos foram de 9,39% no P3, 8,63% no P5, 9,21 no P6 e de 11,81% no P8.

Fazendo-se a comparação de média entre os anos no Transecto 1, observou-se diminuição de aproximadamente 41,00% de cobertura paisagística e de 21,00% de cobertura arbórea. Os maiores aumentos foram observados na classe solo exposto com 19,29% e pavimentada com 26, 39%. Ressalta-se que estes valores encontram-se em áreas que compreendem os pontos que sofreram modificações em decorrência da Copa de 2014.

Estudos descritivos do clima urbano têm mostrado que tanto em área tropical quanto temperada, a alteração do microclima local está associada aos efeitos de transformação de energia na área urbana em função de sua morfologia, propriedades térmicas dos materiais das superfícies, e da produção de calor antropogênico, em

função da impermeabilização do solo, diminuição da superfície coberta por vegetação (ASSIS, 2005).

Com relação ao Transecto 2, os pontos que sofreram intervenções diretas foram: do P11ao P16, no que se refere a alargamento de vias, retirada de canteiros centrais, pois fazem parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

b) Transecto 2

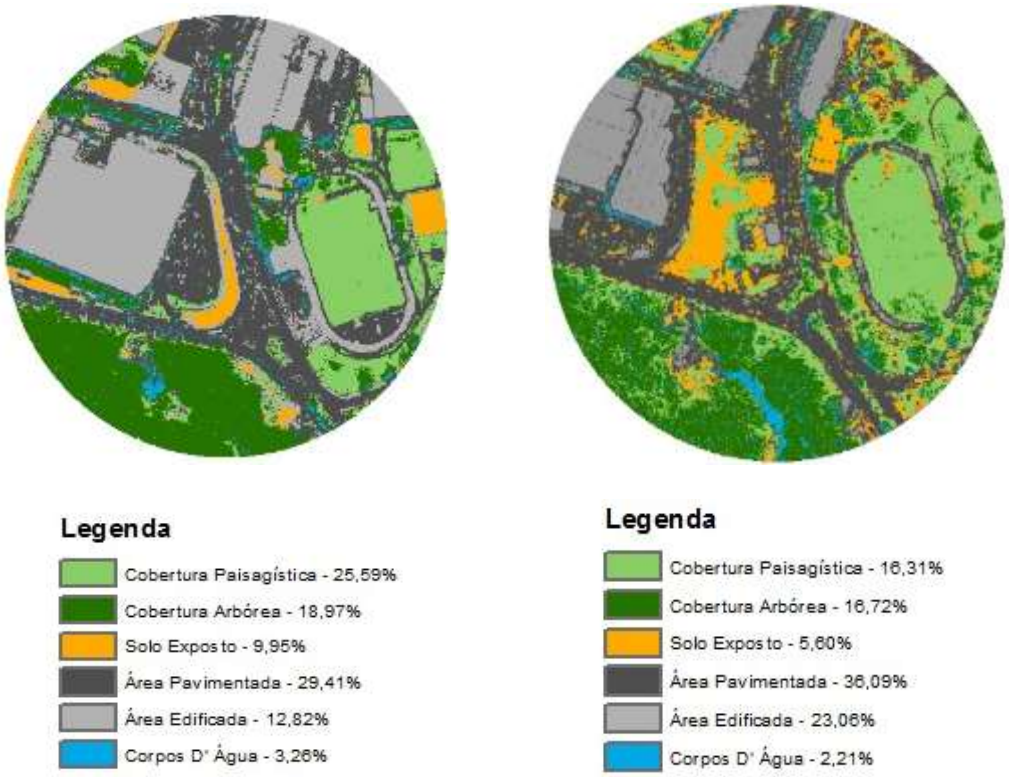

FIGURA 37 - Ponto 11 (P11) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 11, possui em seu entorno centros comerciais com alto fluxo de veículos e pessoas. Foi observado no ponto 10, diminuição de 9,28% de cobertura paisagística, com aumento de 10,24% de área edificada em relação a 2012. Entretanto, este ponto faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

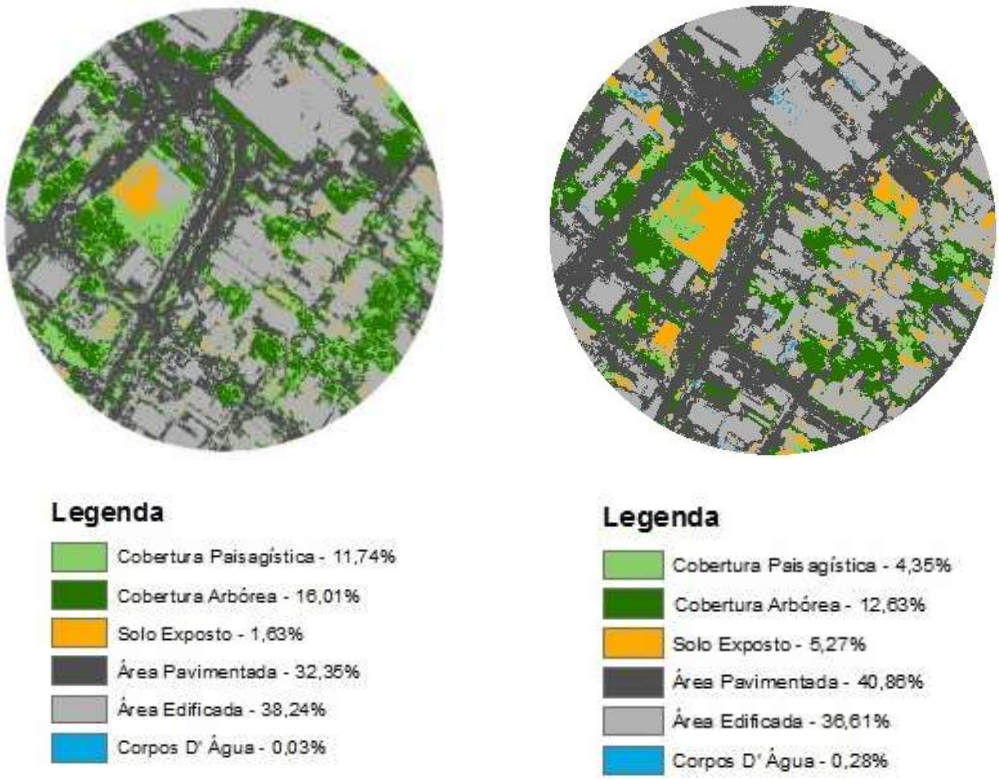

FIGURA 38 - Ponto 12 (P12) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 12, está localizado em área central da cidade e seu entorno possui atividade comerciais e de serviços com alto fluxo de pessoas e veículos. Observou-se no ponto 12, diminuição de 7,39% de cobertura paisagística, com aumento de aproximadamente 8,51% de área pavimentada em relação a 2012. Pois faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

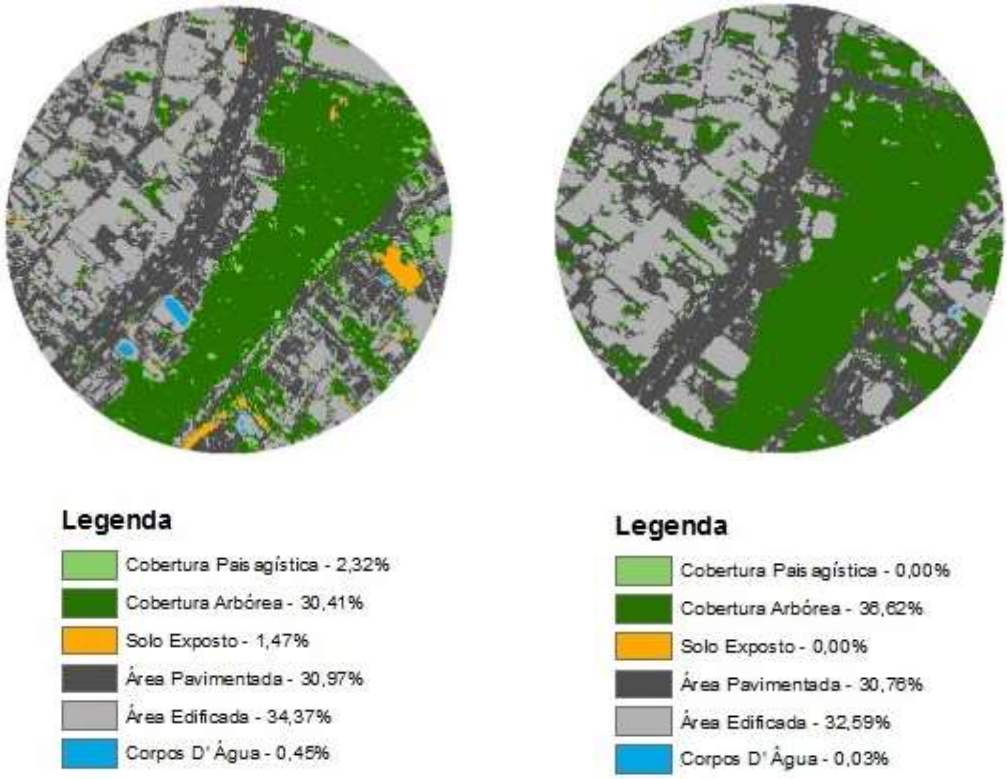

FIGURA 39 - Ponto 13 (P13) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 13, está localizado em área central da cidade com atividades comerciais e de serviços com alto fluxo de pessoas e veículos. Observou-se no ponto 13, aumento de aproximadamente 6,00% de cobertura arbórea em relação a 2012. Vale ressaltar que este ponto está situado em zona de interesse ambiental 2, devido a presença do Morro da Luz.

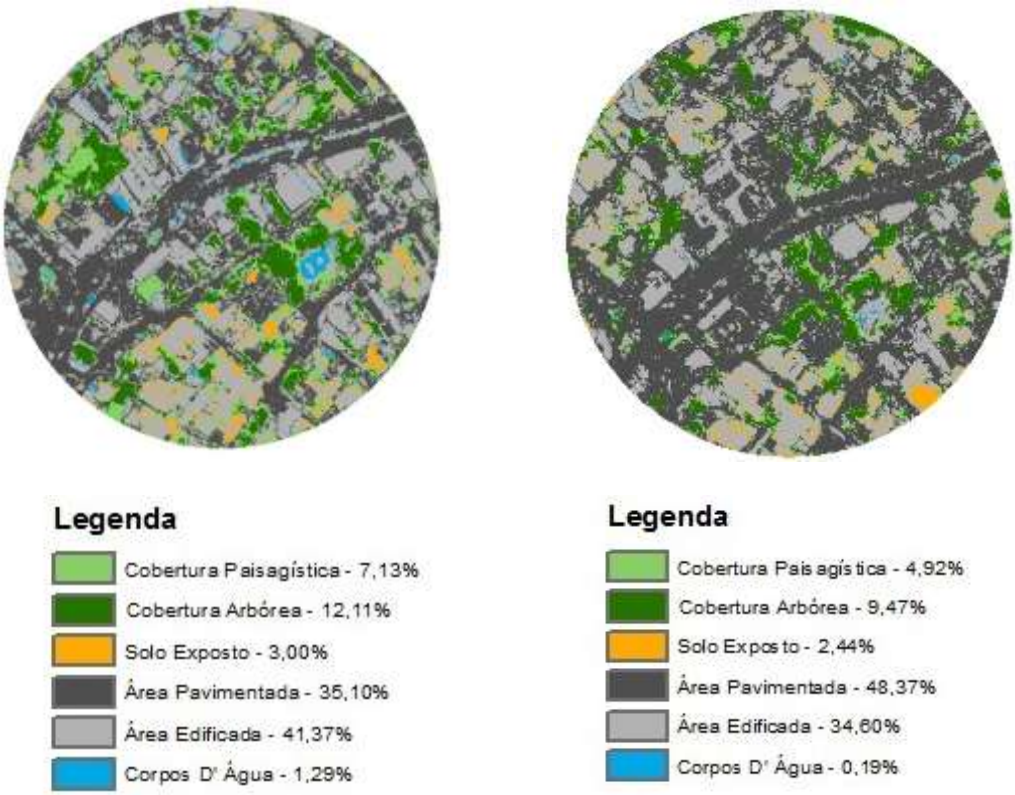

FIGURA 40 - Ponto 14 (P14) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 14, está localizado em área central da cidade e seu entorno possui atividade comerciais e de serviços com alto fluxo de pessoas e veículos, as edificações neste local são verticalizadas formando canyons urbanos. Observou-se no ponto 14, diminuição de 6,77% de área edificada, com aumento de aproximadamente 13,26% de área pavimentada em relação a 2012. Pois faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

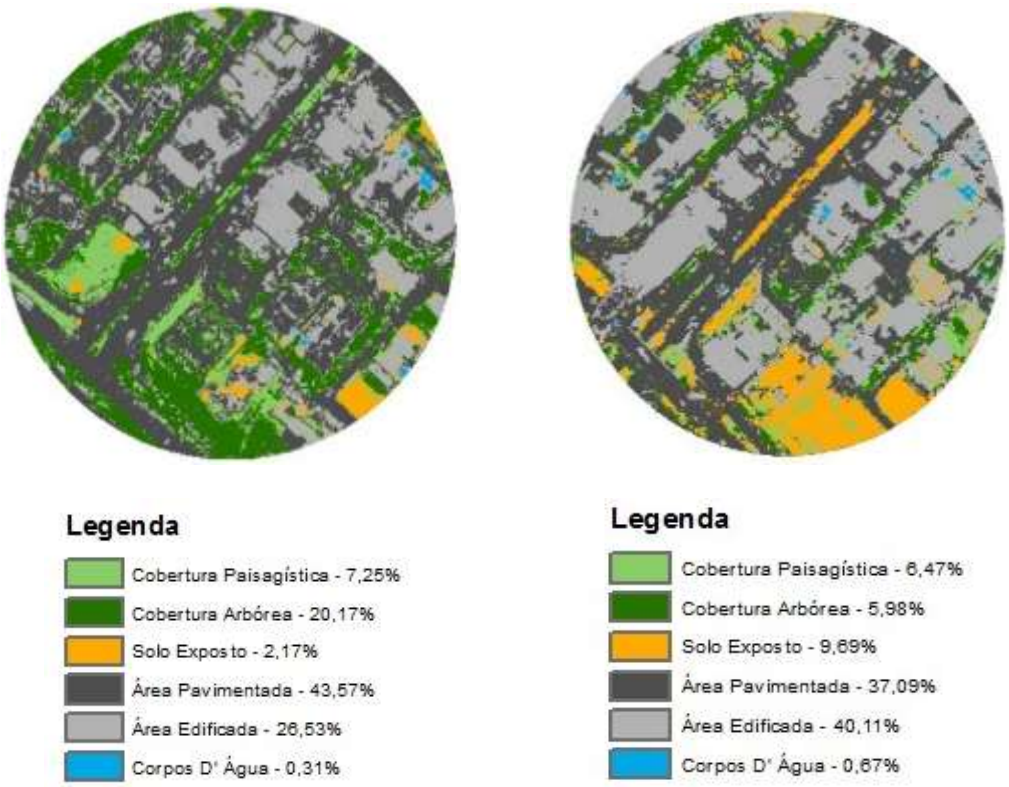

FIGURA 41 - Ponto 15 (P15) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 15, está localizado em área central da cidade. Seu entorno possui atividade comerciais, serviços e residenciais do tipo multifamiliar com alto fluxo de pessoas e veículos, as edificações neste local são verticalizadas formando canyons urbanos. Foi observado no ponto 15, diminuição de 14,19% de cobertura arbórea e de 6,48% de área pavimentada, com aumento de 7,52% de solo exposto e de 13,58% de área edificada em relação a 2012. Este ponto fez parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

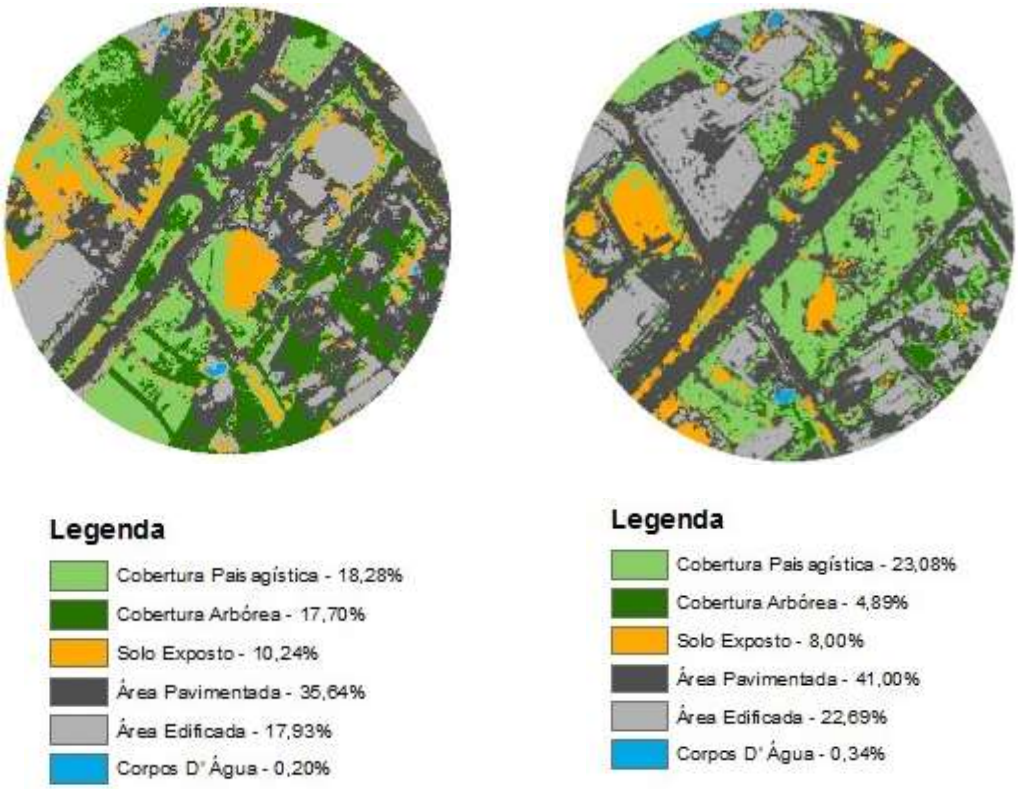

FIGURA 42 - Ponto 16 (P16) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 16, está localizado em área central da cidade. Seu entorno possui atividade comerciais, institucionais e residenciais do tipo multifamiliar com alto fluxo de veículos. Foi observado no ponto 16, diminuição de 12,72% de cobertura arbórea, com aumento de 5,36% de área pavimentada em relação a 2012. Este ponto fez parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

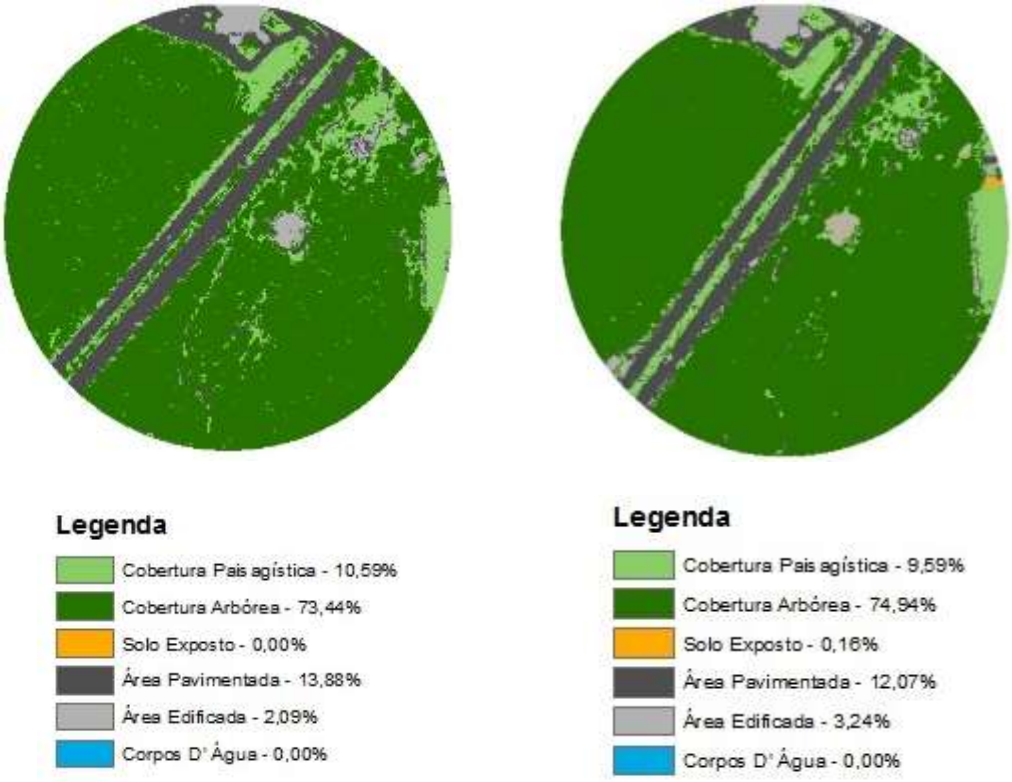

FIGURA 43 - Ponto 17 (P17) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 17, está localizado em zona de interesse ambiental 2, em frente ao Parque Massairo Okamura. Observou-se diminuição de 1,71% de área pavimentada e aumento de 1,50% de cobertura arbórea.

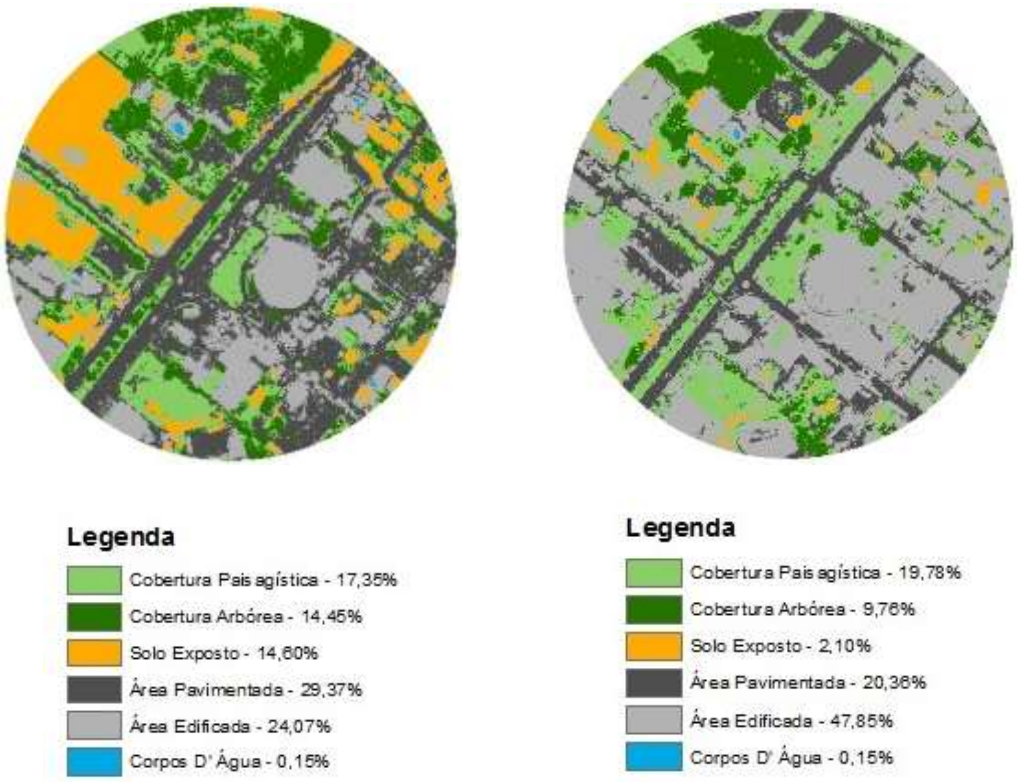

FIGURA 44 - Ponto 18 (P18) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 18, possui em seu entorno atividades comerciais, serviços e residenciais unifamiliares, com alto fluxo de pessoas e veículos. Foi observado no ponto 18, diminuição de 12,50% de solo exposto e de 9,10 de área pavimentada. Com aumento de 23,78% de área edificada em relação a 2012, contudo este ponto pertence a zona de corredor de tráfego 1.

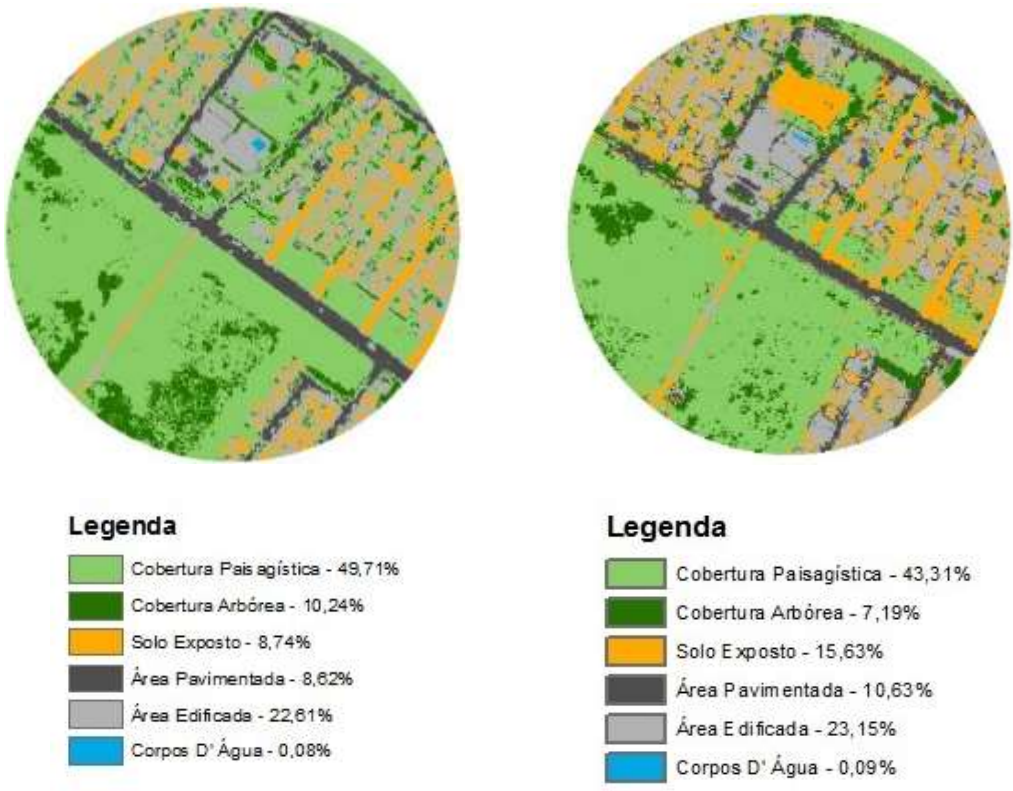

FIGURA 45 - Ponto 19 (P19) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 19, tem como caracteristica grandes áreas verdes, solo exposto e áreas degradas por processo antropogênico através de queimadas, o uso é predominantemente residencial. Foi observado no ponto 19, diminuição de 6,40% de cobertura paisagística, com aumento de aproximadamente 9,00% de solo exposto em relação a 2012. Este ponto faz parte da zona de expansão urbana da cidade.

Desta maneira, temos as maiores médias de redução na classe cobertura paisagística de -9,28% no P11 e de -7,39% no P12, porém, apresentaram aumento de área pavimentada de 7,49% e de 8,51%, respectivamente. Sendo que o P11 ainda apresentou aumento de área edificada de 10,24% (Figura 46).

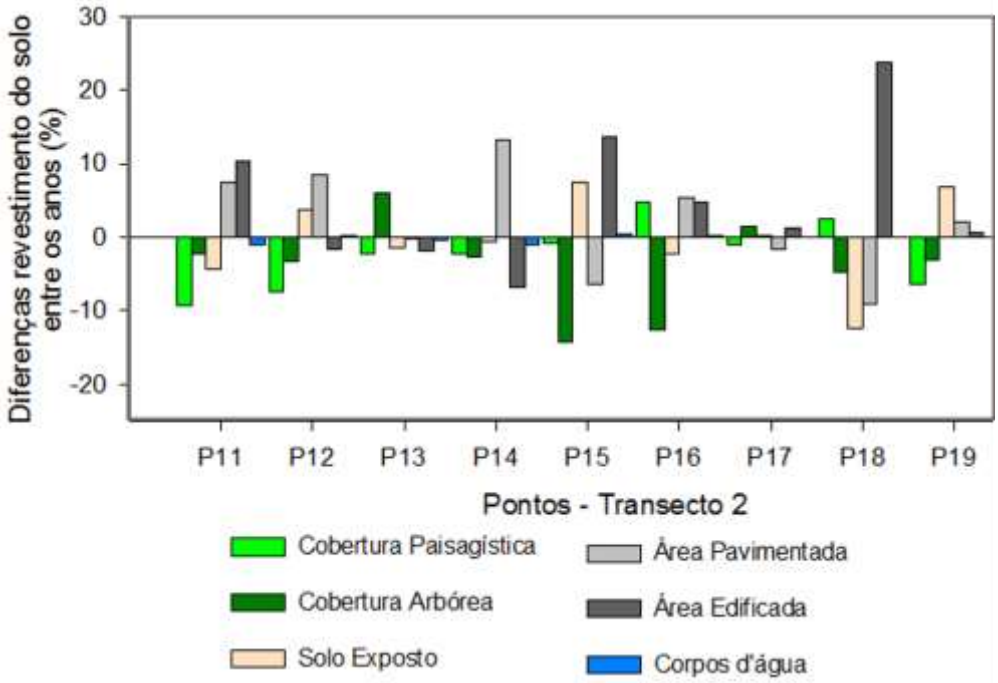

FIGURA 46 – Comparação dos tipos de revestimento do solo nos 09 pontos fixos do Transecto 2 entre os anos

Já a cobertura arbórea apresentou registros de redução de -14,79% no P15 e de -12,71% no P16. Observa- se aumento de solo exposto e de área edificada no P15 de 7,52% e de 13,58%, respectivamente. Outros pontos que tiveram aumento de área pavimentada foi o P14 de 13,26% e P18 de 23,78% de área edificada.

Fazendo-se a comparação de média entre os anos no Transecto 2, observou-se diminuição de 22,14% de cobertura paisagística e de 35,51% de cobertura arbórea. Os maiores aumentos foram observados na classe área pavimentada com 19,22% e edificada com 43,87%. Ressalta-se a maioria dos pontos que fazem parte do Transecto 2, passaram por alterações relacionadas ao projeto de corredor estrutural para o VLT.

Para validação dos dados encontrados entre os anos de estudo, foi realizado o teste de comparação de médias - teste "**t**" de student (Tabela 3).

Tabela 3 – Teste de comparação de média da classificação do solo entre os anos de estudo nos 19 pontos fixos.

		t	df	Sig.
Par 1	valores - ponto	16.56	227	.00
Par 2	ano - valores	-16.52	227	.00
Par 3	ano - ponto	5178.11	227	0.00

Sendo observado valor de sig,<0,05, admitindo que a média do conjunto de dados são diferentes entre os anos, ou seja, as diferenças encontradas nas classes de revestimento do solo antes e pós intervenções urbanas são consideráveis.

Afim de facilitar a comparação das variáveis microclimáticas com as intervenções urbanas ocorridas, foram adotadas duas classes principais sendo: cobertura vegetal e cobertura impermeável, que compreende as classes cobertura paisagística/arbórea e área pavimentada/edificada, respectivamente.

Utilizadas como indicativos da distribuição geográfica dos usos através da identificação de padrões homogêneos da cobertura terrestre (IBGE, 2006 apud AUGUSTO-SILVA et al., 2013).

5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO EM 2011-2012 E 2016

Para melhor entendimento dos dados termohigrométricos encontrados, optou-se por introduzir um tópico que caracteriza-se as estações de acordo com os dias de coleta entre os anos de estudo, obtidos dos boletins agrometeorológicos do INMET (disponibilizados gratuitamente em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletinsAgroclimatologicos).

A estação do outono de 2011 correspondeu às coletas realizadas entre os meses de Abril a Junho. Sendo que em abril e maio foram observados baixo volume de precipitação, com altas temperatura. Já o mês de junho, apresentou volume de chuvas dentro do esperado com declínio da temperatura do ar.

Contudo, os meses correspondentes as coletas do outono de 2016 foram: maio e junho. Apresentando baixo volume de chuvas e temperatura do ar, ocasionando friagem em alguns dias.

Na estação do inverno de 2011 os meses correspondentes foram de final de junho a setembro, onde em junho foi observado queda da temperatura. No mês de setembro foi observado baixo volume de precipitação, com umidade relativa do ar abaixo de 30% e temperaturas elevadas. No entanto, em alguns dias nos meses de julho e agosto foram observados friagem.

Os meses correspondestes ao inverno de 2016, foram de julho a setembro. Nos meses de julho e setembro foram observados baixo volume de precipitação. Contudo, no mês de julho foram registradas altas temperaturas sem registro de precipitação. No entanto, nos meses de agosto e setembro observou-se friagem em alguns dias.

A primavera de 2011 correspondeu a registros de fim de setembro até novembro. Foi observado nos meses de setembro e outubro aumento no volume de chuvas com predomínio de altas temperaturas, porém em outubro foi observado alguns dias com baixas temperatura. No entanto em novembro, foi registrado baixo volume de precipitação pois foram observadas áreas de instabilidade que surgiram através da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), registrando temperaturas em Cuiabá de 28,8a 24,1ºC.

Em 2016 a primavera foi caracterizada pelos dados de outubro e dezembro, onde foram observados aumento no volume de precipitação com temperaturas mais amenas.

Os meses correspondentes ao verão de 2012 foram fevereiro e março. Em fevereiro foi observado aumento no volume de chuvas, provocadas por áreas de

instabilidade, influenciadas pela ZCAS com registros de temperatura de 26,7 a 22,2ºC. Já em março, foram observadas chuvas acima do esperado para o período com registros de baixas temperaturas.

O verão de 2016 foi caracterizado por coletas realizadas no mês de março. Possuindo registros de precipitação e temperatura acima do esperado para o período, ocasionados pela atuação de áreas de instabilidade formadas pela presença da Alta da Bolívia (AB) trazendo calor e umidade, além de duas Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) que proporcionam uma esteira de umidade e massas de ar frio (Figura 47).

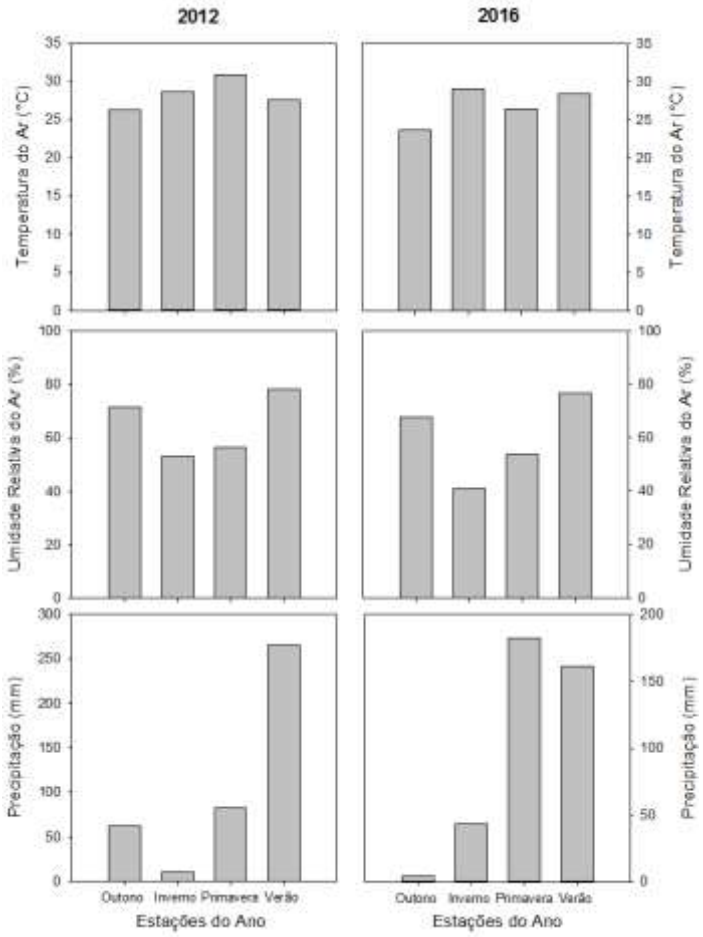

FIGURA 47 – Temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação nas estações entre os anos de estudo

Contudo, foi observado de forma geral que o comportamento das estações do ano em 2016 foi diferenciado em relação a 2011-2012, possuindo outono/inverno mais seco que o esperado pelo período e primavera/verão com aumento no volume de precipitação, no entanto, a temperatura do ar se manteve mais elevada nas estações de inverno/verão em 2016.

Evidencia-se que o comportamento atípico das variáveis climáticas nas estações entre os anos de estudo pode ter influenciado nas variáveis em escala microclimática.

5.3 ANALISE TERMOHIGROMÉTRICA NAS ESTAÇÕES DO ANO ENTRE 2011-2012 E 2016.

As condições microclimáticas intraurbanas de Cuiabá-MT são a seguir comparadas e analisadas por meio de gráficos de temperatura do ar e umidade relativa do ar ao longo dos transectos 1 e 2, em cada estação do ano entre os anos de 2011-2012 e 2016.

Em relação ao Transecto 1, observou-se que os menores registros de temperatura do ar, continuam no ponto 10 na maioria das estações, onde o outono apresenta os menores registros tanto em 2012 quanto em 2016, sendo 25,85°C e 21,85°C respectivamente. Contudo, no verão de 2016 o menor registro encontrado foi no ponto 2 com 27,49°C (Figura 48).

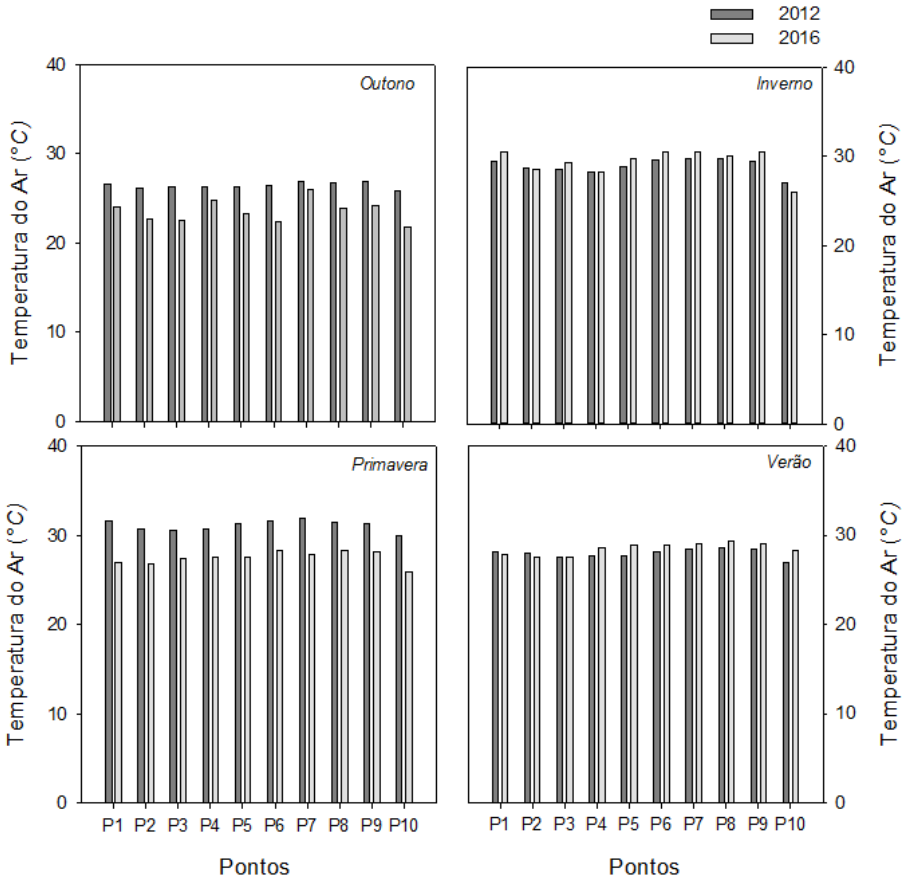

FIGURA 48 – Comparação da temperatura do ar nas estações do ano no Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016

No Outono e na Primavera as médias em 2016 foram de 23,57°C e 27,49°C, respectivamente. Contudo, em 2012 as medias foram de 26,48°C e de 31,11°C. Já no inverno a média foi de 29,37°C em 2016 e de 28,90°C em 2012, no verão de 2016 a média foi de 28,50°C e de 27,97°C em 2012.

Contudo, no ano de 2016 o volume de precipitação no verão foi dentro do esperando, porém o inverno obteve baixo volume de precipitação, com o mês de julho sem registros de chuvas. Já no ano de referência (2012), o verão obteve aumento no volume de precipitação e o inverno dentro do volume esperado.

Estudo realizado em Cuiabá-MT no bairro Morada da Serra, com relação a estação seca encontra-se altas temperaturas associadas a altas densidades de construções e baixas temperaturas relacionadas a baixa densidade de construções,

afirma ainda que essas condições de estabilidade demonstram a influência da radiação solar sobre o comportamento dos diferentes materiais de construção ou da natureza, que interferem nas mudanças climáticas, como a temperatura do ar, na escala local (VASCONCELOS & ZAMPARONI , 2011).

Observou-se que a estação do outono obteve diminuição de aproximadamente -2,91°C. Já a primavera diminuição com relação a 2011 de aproximadamente -4,75°C, contudo, a primavera em 2016 tem registros de precipitação acima do esperado para o período, o que pode interferir na temperatura do ar.

Porém, o inverno obteve aumento de aproximadamente 0,47°C, e o verão aumento de 0,54°C, com média de temperatura do ar passando de 27,97°C em 2012 para 28,50°C em 2016.

A quantidade de vapor d'água na massa de ar é afetada pela temperatura do ar, pois existe uma interação entre a temperatura do ar e a temperatura de superfície do meio (MASCARÓ & MASCARÓ, 2010).

Fazendo-se uma análise geral da temperatura do ar nas estações do ano, o inverno e o verão em 2016 obtiveram elevação de temperatura na maioria dos pontos, com exceção do ponto 1 e 2. Contudo o outono e primavera obtiveram diminuição de temperatura em todos os pontos no Transecto 1.

No inverno, observou-se registros de aumento de até 0,26°C (P8) a 1,08°C (P9). Já no verão os registros de aumento foram observados de até 0,57°C (P7) a 1,27°C (P10). O Outono, apresenta registros de diminuição de até -0,85°C (P7) a -4,04°C (P6), e a primavera com os menores registros variando de -3,09°C a -4,64°C (P1) (Figura 49).

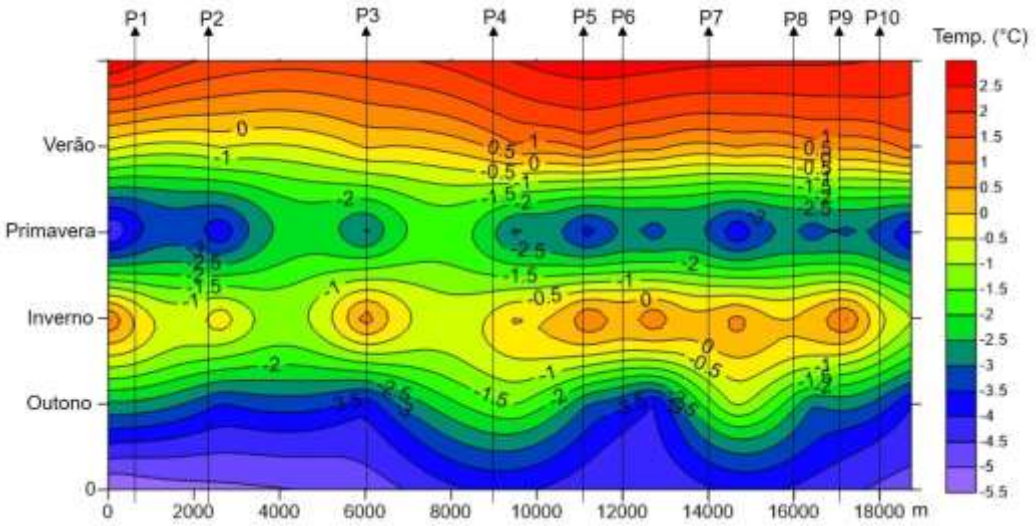

FIGURA 49 – Distribuição da diferença da temperatura do ar nas estações do ano nos 10 pontos fixos relativos ao Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016

Como observado por SANTOS (2012), os maiores registros de temperatura do ar em 2016 também estão entre os pontos: P5 a P9, onde a média da amplitude térmica foi de 2,86°C, enquanto que em 2011-2012 a amplitude foi de 1,82°C no Transecto1.

Analisando a média dos dados de temperatura do ar no Transecto 1 entre os anos, observou-se que o P7 foi o ponto que demonstrou a maior temperatura do ar, sendo 28,35°C em 2016 e 29,25°C em 2011-2012. Ressaltando que a ilha de calor observada por SANTOS (2012), permanece nas áreas entre P6 e P9.

No entanto percebe-se aumento em sua intensidade, passando de 1,82°C para 2,86°C. Podendo ser explicado, por se tratar de áreas que abrangem o centro comercial da cidade, possuindo em seu entorno canyons urbanos e com alterações relacionadas ao projeto de travessia urbana para a Copa de 2014.

A impermeabilização do solo exerce forte influência sobre o comportamento térmico de um ambiente, principalmente as áreas cobertas com pavimento asfáltico, que absorvem consideravelmente maior quantidade de radiação solar (BORGES e PEREIRA, 2010).

Com relação ao Transecto 2, observou-se que os menores registros de temperatura do ar foram na estação do outono tanto em 2011-2012 quanto em 2016, sendo 21,21°C (P17) e 24,76°C (P19), respectivamente. O ponto 17, apresenta também o menor registro de temperatura do ar no inverno de 2016 sendo 26,90°C. Assim, como o ponto P19 possui os menores registros no verão e na primavera de 2011-2012 e 2016

No que se refere aos maiores registros de temperatura do ar em 2016, encontram-se entre P11 a P16, com valores de 26,90°C (P17) no inverno a 28,49°C (P16) no verão. Porém em 2011-2012 os maiores registros são encontrados no verão e primavera, com valores de 28,22°C (P16) a 31,55°C (P4), respectivamente (Figura 50).

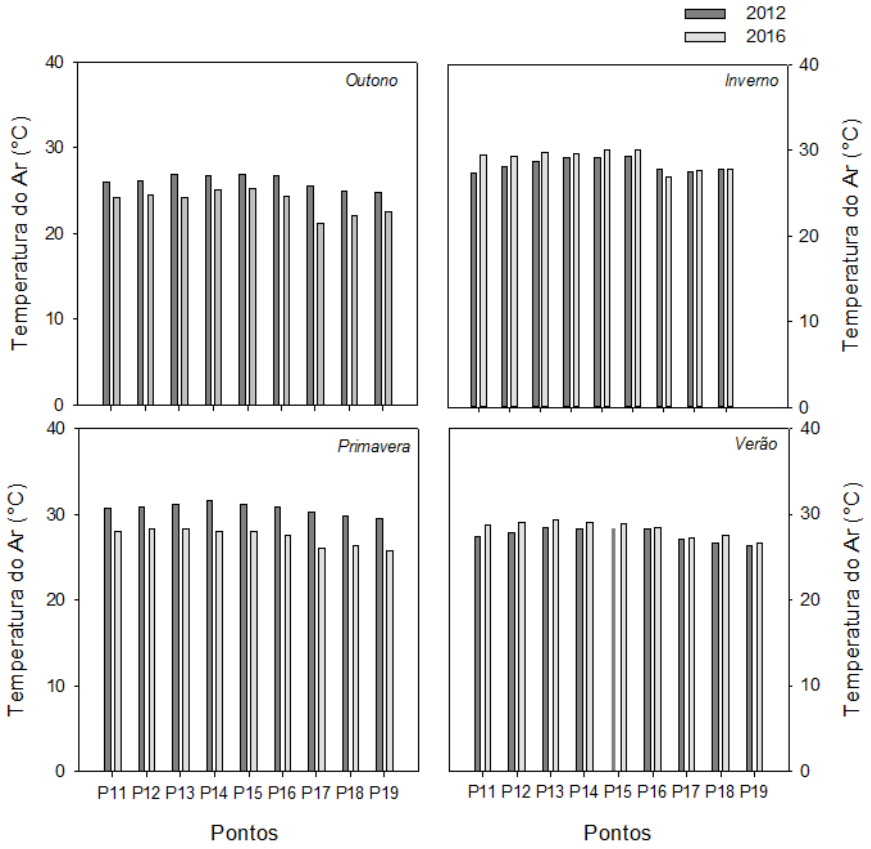

FIGURA 50 – Comparação da temperatura do ar nas estações do ano no Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016

O Outono e a Primavera apresentaram médias em 2016 de 23,74°C e 27,36°C respectivamente. Contudo, em 2012 as correspondentes estações apresentaram médias de 26,10°C e de 30,67°C. Já no inverno a média foi de 28,92°C em 2016 e de 28,30°C em 2012, no verão de 2016 a média foi de 28,35°C e de 27,62°C em 2012.

Comparando as estações entre os anos no Transecto 2, observou-se que assim como no Transecto 1 o outono e a primavera apresentaram diminuição de temperatura. O outono apresentou diminuição de -2,36°C, isto é, passando de 26,10°C em 2011 a 23,74°C em 2016. Já primavera apresentou diminuição de -3,21°C em relação a 2011, passando de 30,67°C a 27,36°C em 2016.

No entanto as estações de inverno e verão apresentaram aumento de 0,62°C e 0,73°C respectivamente. Passando de 28,30°C em 2011 para 28,92°C em 2016 no inverno e de 27,62°C para 28,35°C no verão.

No inverno, observou-se registros de aumento de até 0,50°C (P14) a 2,12°C (P11). Já no verão, todos os pontos registraram aumento, com valores variando de 0,16°C (P16) a 1,44°C (P11). O Outono e a primavera apresentaram diminuição em todos os pontos. Com registros de diminuição de -1,74°C (P12) no outono a -4,27°C (P17) na primavera (Figura 51).

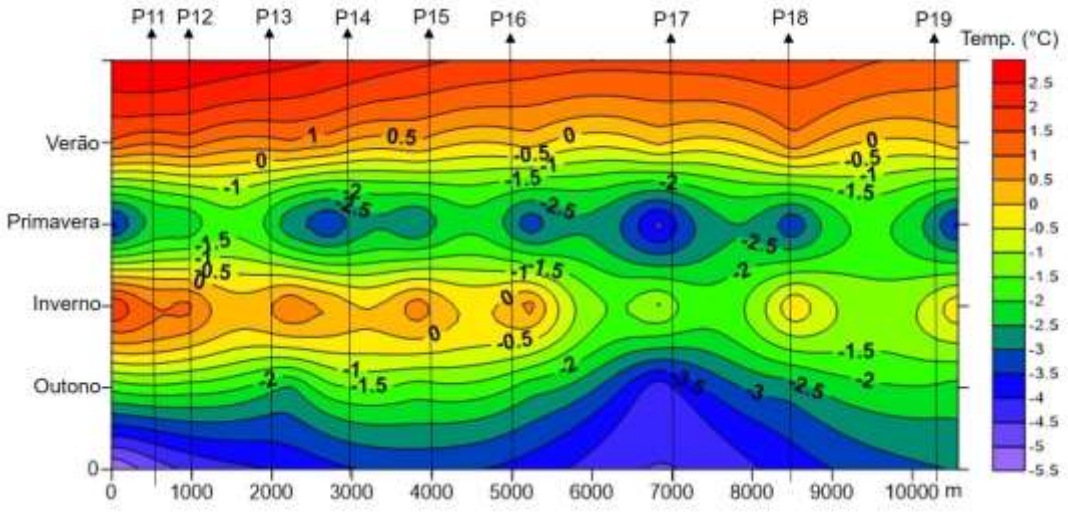

FIGURA 51 - Distribuição da diferença da temperatura do ar nas estações do ano nos 09 pontos fixos relativos ao Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016

No que se refere ao Transecto 2, observou-se que em 2016 as maiores temperaturas foram verificadas entre P11 e P16. Enquanto que em 2011-2012, observou-se as maiores temperaturas entre P13 a P16. Contudo, devido as obras de mobilidade urbana para a Copa de 2014, as áreas que compreendem os pontos P11 a P16 passaram por modificação por meio do projeto de corredor estrutural para o VLT.

Nota-se, que a partir de P17 tanto em 2011-2012 quanto em 2016 as médias de temperatura permaneceram menores até o término do transecto. Os menores registros de temperatura do ar entre os anos de estudo estão em P17, com 27,70°C em 2011-2012 e de 25,36°C em 2016.

Devido, a configuração urbana com padrão de área periférica com uso predominantemente residencial e vazios urbanos

Este ponto está localizado em frente ao parque urbano Massairo Okamura, demonstrando que cobertura vegetal apresenta-se como fator fundamental no equilíbrio higrométrico ambiental, advindo dos processos biológicos vegetal, destacando-se a fotossíntese e a transpiração, que estão associadas a absorção dos fluxos de ondas curtas, radiação fotossinteticamente ativa (OLIVEIRA *et, al*, 2010).

Para análise da comparação das médias de temperatura do ar em ambos os transectos entre os anos nas estações, foi realizado o teste "**t**" (Tabela 4).

Tabela 4 – Teste de comparação de média da Temperatura do ar entre os anos de estudo nos 19 pontos fixos.

		t	df	Sig.
TEMP °C	Variâncias iguais assumidas	26.18	15563.00	0.00
	Variâncias iguais não assumidas	30.24	8358.34	0.00

Obtendo valor de sig, 0,00<0,05, demonstrando que as diferenças de temperatura do ar encontradas entre os anos em cada estação são consideráveis em escala local.

Quanto a umidade relativa do ar no Transecto 1, observou-se que a estação mais seca tanto em 2016 e 2011 foi o inverno, apresentando 40,94% e 52,51%, respectivamente. Enquanto a mais úmida foi o verão, com 77,73% em 2016 e 78,24% em 2012.

Comparando as estações, observou-se que em 2016 os pontos mais secos estão entre P6 a P9. Onde o outono apresenta 62,50% (P9), o inverno 37,04 (P8), primavera 56,34% (P7) e o verão 72,93% (P8). Já os registros em 2011-2012 apresentam os pontos mais secos entre P7 a P9 nas estações de outono/verão e no inverno/ primavera estão em P7 (Figura 52).

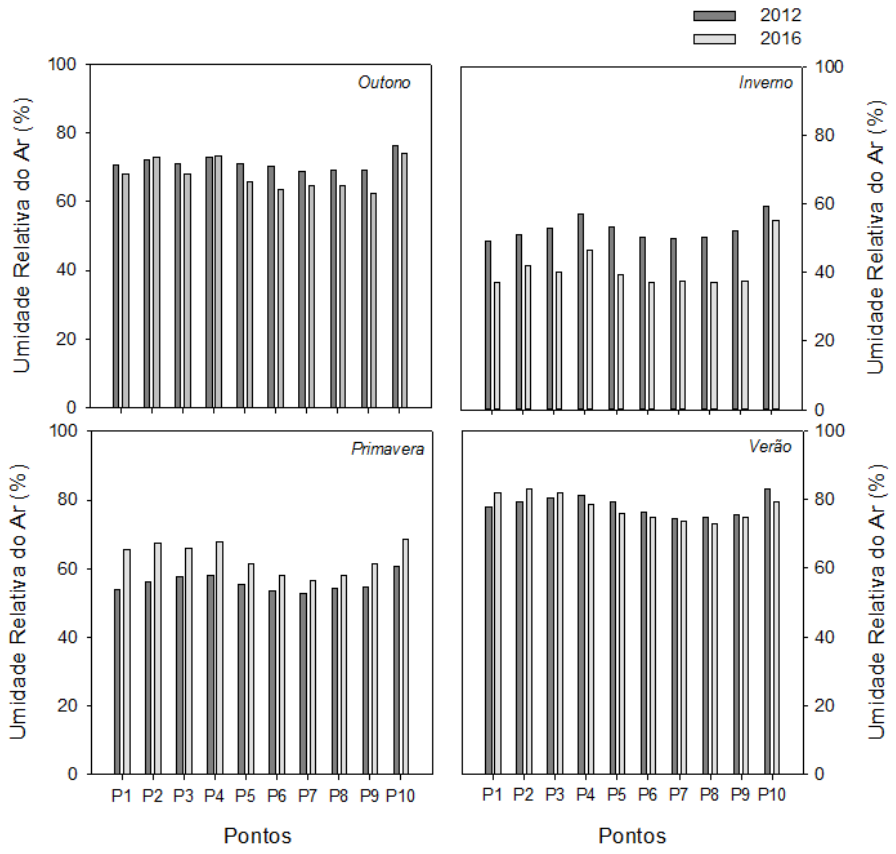

FIGURA 52 – Comparação da umidade relativa do ar nas estações do ano no Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016

Com relação as maiores médias de registros de umidade relativa do ar no Transecto 1, em 2011 e 2016 estão em P10. Alternando de 76,27% para 74,09% no outono, de 59,35% para 55,27% no inverno e de 60,74% para 68,53% na primavera.

Como observado por SANTOS (2012), a estação do verão apresentou a maior média de umidade relativa do ar em 2016, sendo 83,04% (P2) e em 2012 foi 83,07% (P10). Isto se deve, pela influência de áreas com características de zonas periféricas, com áreas vegetadas sem canyons urbanos, que elevam a disponibilidade de fluxo de calor latente no entorno imediato.

Na análise da umidade relativa do ar no Transecto 1 entre os anos, observou-se diminuição nas estações do outono, inverno e verão, sendo -3,39%, -11,57% e -0,51%, respectivamente. O inverno com a maior média de diminuição é justificada por apresentar baixo volume de precipitação em 2016. Contudo, a primavera apresentou aumento de 7,34%, pois apresentou aumento no volume de precipitação em 2016 (Figura 53).

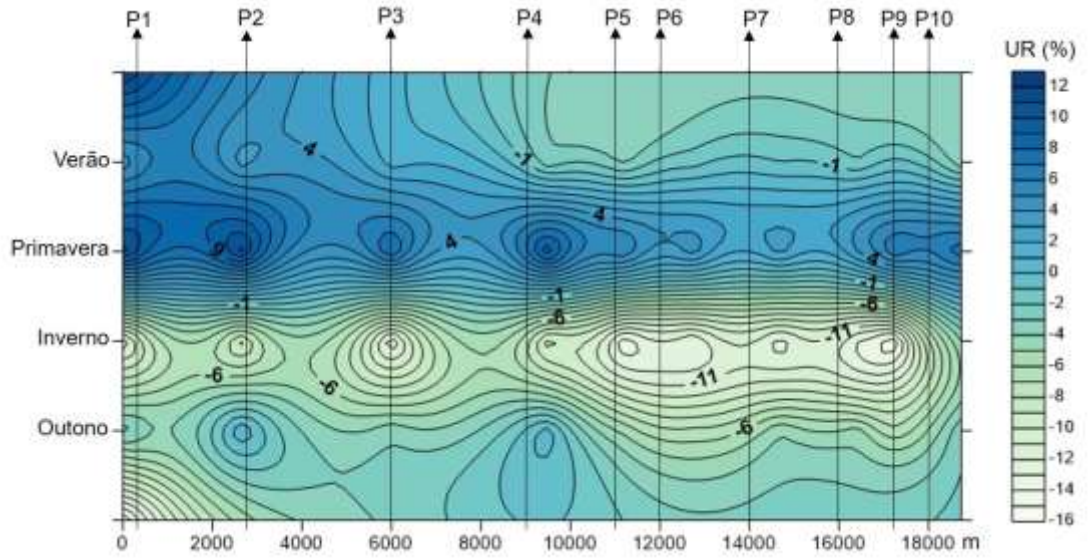

FIGURA 53 – Distribuição da diferença da umidade relativa do ar nas estações do ano nos 10 pontos fixos relativos ao Transecto 1 entre 2011-2012 e 2016

No que se refere ao Transecto 1, observou-se que a ilha de umidade apontada por SANTOS (2012) permanece entre P2 e P5. Entretanto apresentaram um acréscimo

de 6% em relação as áreas entre P6 e P9, devido a influência da proximidade de cursos d'água como acontece no P4 as margens do Rio Coxipó.

Com relação ao Transecto 2, observou-se que a estação mais seca tanto em 2016 e 2011 foi o inverno, apresentando 40,44% e 54,05%, respectivamente. Enquanto a mais úmida foi o verão, com 75,04% em 2016 e 78,60% em 2012. Estas mesmas estações foram apontadas como mais seca e úmida no Transecto 1.

Comparando as estações, observou-se que em 2016 os pontos mais secos estão entre P11 a P16 na primavera/verão, sendo 55,08% (P16) e no verão 71,14% (P12). Já o outono /inverno se encontra no P16, onde no outono apresenta 62,84% e no inverno 34,81%. (P8) (Figura 54).

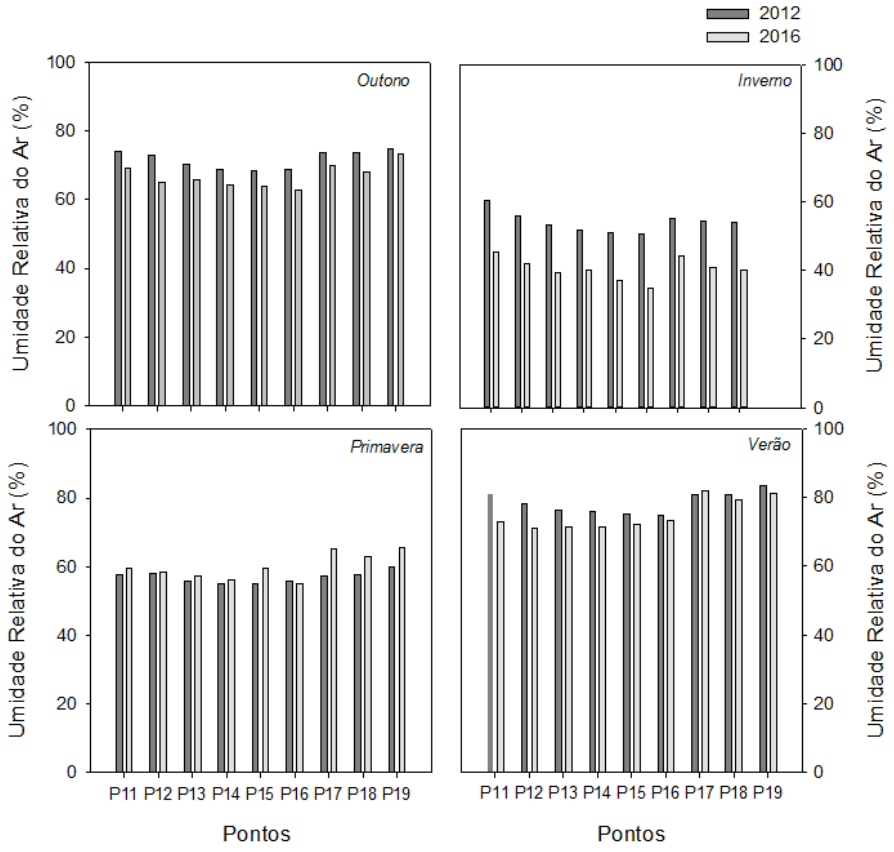

FIGURA 54 – Comparação da umidade relativa do ar nas estações do ano no Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016.

Considerando que as áreas entre P13 e P16, conforme apontado por SANTOS (2012) já apresentavam decréscimo de umidade relativa do ar, nota-se que em 2016 percebe-se uma maior diminuição no P16, sendo de 5,98% em relação a 2011-2012.

As áreas urbanas que os sistemas naturais mais sofrem alterações, causadas pela ação antrópica, como: remoção de cobertura vegetal, impermeabilização do solo através de espessas camadas asfálticas e de cimento, que impossibilitam a infiltração da água das chuvas, modificando o regime de escoamento superficial e de evaporação d'água do solo, implicando na redução da umidade relativa do ar (LOMBRADO, 1985).

Evidenciando que os pontos localizados em áreas que fazem parte do projeto de travessia urbana para o VLT, onde foi observado diminuição de cobertura vegetal, principalmente arbórea, sofre influência do entorno

Os pontos mais úmidos em média foram encontrados entre os pontos P17 e P19. No entanto, ambos os pontos demonstraram decréscimo em relação a 2011-2012, onde a maior diminuição observada foi de 3,88% no P18, seguido do P19 com 3,07% (Figura 55).

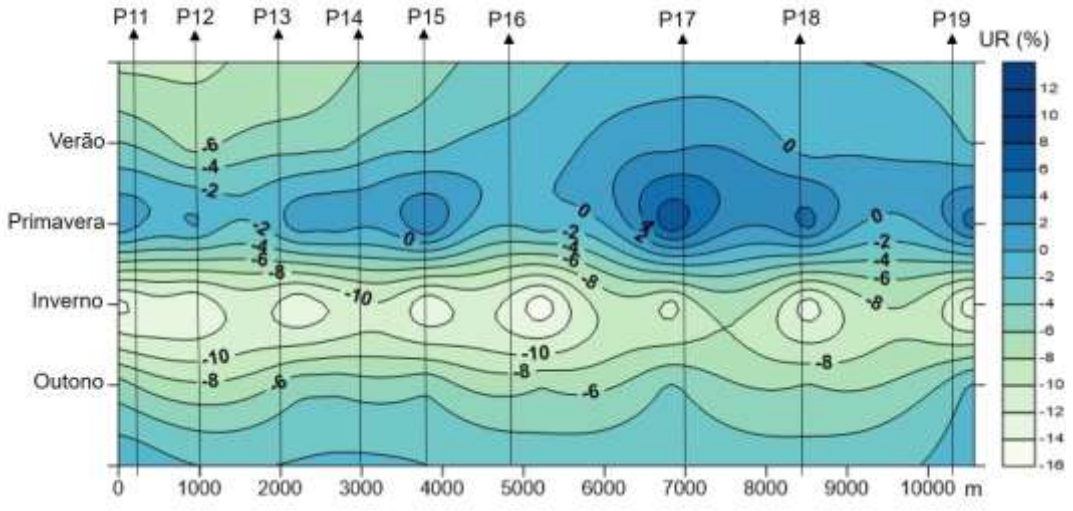

FIGURA 55 – Distribuição da diferença da umidade relativa do ar nas estações do ano nos 09 pontos fixos relativos ao Transecto 2 entre 2011-2012 e 2016.

Todavia, em média P17 apresentou um acréscimo de umidade relativa do ar de 7,43% em 2016 e de 4,28% em 2011-2012 em relação ao ponto mais aquecido, configurando em de ilha de frescor, pois apresentou diminuição de 2,68°C de temperatura. Destacando que a influência climática de parques urbanos é proporcional à dimensão do espaço verde, como é o caso do parque Massairo Okamura de 53,77hectares.

Corroborando com o estudo realizado por SPROKEN-SMITH e OKE (1998), quando se refere a área de abrangência de um determinado espaço verde está associado a vários fatores, quanto a influência higrométrica.

Para análise da comparação das médias de temperatura do ar em ambos os transectos entre os anos nas estações, foi realizado o teste "**t**" de student (Tabela 5).

Tabela 5 – Teste de comparação de média da Umidade relativa do ar entre os anos de estudo nos 19 pontos.

		t	df	Sig. (2 extremidades)
UR %	Variâncias iguais assumidas	23.75	15563.00	0.00
	Variâncias iguais não assumidas	24.88	6869.23	0.00

Obtendo valor de sig, 0,00<0,05, demonstrando que as diferenças de umidade relativa do ar encontradas entre os anos em cada estação são relevantes em escala microclimática.

5.4 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TERMOHIGROMÉTRICO E INTERVENÇÕES URBANAS ENTRE OS ANOS

Neste item são realizadas as análises entre o comportamento termohigrométrico e as intervenções urbanas ocorridas entre 2011-2012 e 2016.

Analisando a média dos dados de temperatura do ar no transecto 1 entre os anos, observou-se que o P7 foi o ponto que demonstrou a maior temperatura, salientando que a ilha de calor observada por SANTOS (2012), permanece nas áreas

entre P6 e P9, no entanto percebe-se aumento em sua intensidade, passando de 1,82°C para 2,86°C. Podendo estar associada as maiores médias de aumento de área edificada no P6 de 9,21%, área pavimentada de 16,40% no P7 e de 9,90% no P9.

Observou-se que a ilha de umidade apontada por SANTOS (2012) permanece entre P2 e P5, sendo P4 o ponto mais úmido e P7 os mais seco. Entretanto em 2016 foi observado que a diferença entre as áreas mais úmida para as áreas mais secas, foi de 8,60% enquanto que em 2011-2012 era de 5,16%.

Devido a influência da diminuição de cobertura paisagística de -7,81% no P4, -19,08% de cobertura arbórea e aumento de 9,52% de solo exposto no P5, posto que a vegetação funciona como atenuante da radiação solar direta na superfície do solo (Figura 56).

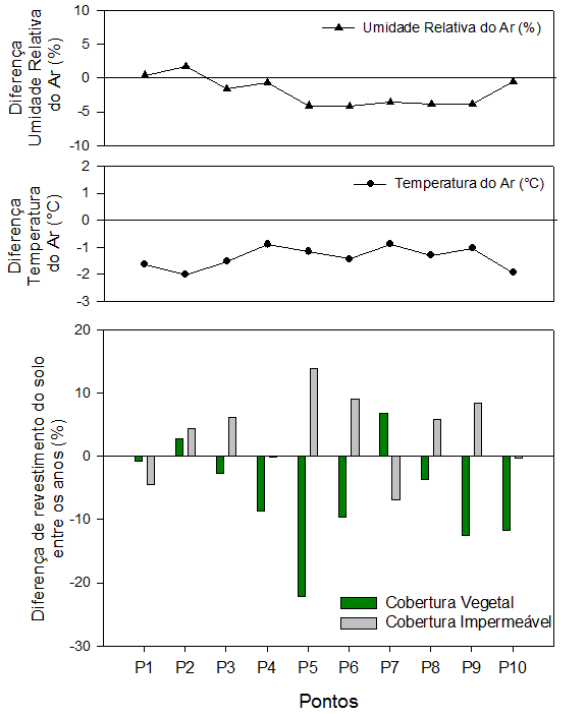

FIGURA 56 – Análise Termohigrométrica e Intervenções urbanas entre os anos no Transecto 1

Borges & Pereira (2010), em estudo realizado sobre a influência do ambiente construído no microclima urbano em Florianópolis/SC, observou o aumento da

temperatura com o aumento das áreas edificadas ou impermeabilizadas, sendo maior a influência de áreas edificadas. No entanto, evidencia que a temperatura sofre alteração pela vegetação, salientando que a densidade da copa exerce maior influência do que a quantidade de árvores no local.

Na análise do Transecto 2, observou-se que em 2016 os maiores registros de temperatura do ar estão entre os pontos P11 a P16, que também foram apontados como os mais secos. Ressalta-se que as áreas entre P13 e P16, conforme observado por SANTOS (2012) já apresentavam os menores registros de umidade relativa do ar, porém em 2016 houve diminuição de até -7,08% em P12, -6,61% em P11 e de -5,98% em P16.

Observou-se nestas áreas diminuição média de 37% de cobertura permeável, com aumento médio de 61,76% de cobertura impermeável. Deve se salientar que nestas áreas a umidade relativa do ar demonstrou as maiores quedas, registrando amplitude térmica superior a observada em 2011-2012, passando de 1,85°C para 2,86°C. Corroborando com estudos que apontam a presença de água como agente regulador térmico (Figura 57).

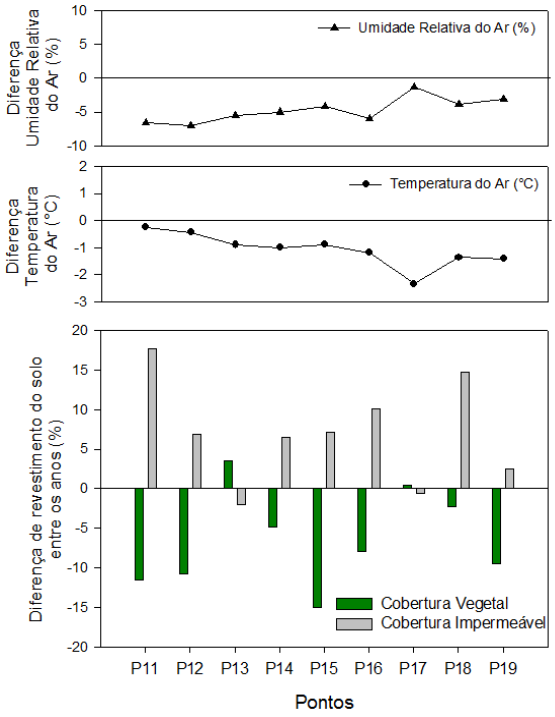

FIGURA 57 – Análise Termohigrométrica e Intervenções urbanas entre os anos no Transecto 2

Em estudo realizado na região do porto na Cidade de Cuiabá-MT foi observada maiores temperaturas e menores umidades relativas médias do ar no período noturno em todas as estações do ano, devido à ação antrópica, uso e ocupação do solo e área construída, posto que há uma liberação do calor absorvido pela superfície edificada (FRANCO, 2012).

Contudo, P17 se configura por apresentar ilha de frescor e de umidade devido a sua localização em frente ao parque urbano. Registrando diminuição de temperatura do ar de -2,34°C e -1,33% de umidade relativa do ar no Transecto 2 em 2016. Devido a presença de vegetação arbórea bloquear a radiação solar, através do sombreamento proporcionado pela copa das arvores, minimizando o contato da radiação com a superfície através dos processos de convecção e condução (HEISLER, 1986; SHINZATO, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, observou-se que o comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar em ambos os transectos, apresentaram diminuição média entre os anos.

No entanto, no Transecto 1 percebeu-se aumento de 2,86°C na intensidade da ilha de calor apontada por SANTOS (2012) entre os pontos P6 e P9. Notou-se nestes pontos decréscimo de 6% de umidade relativa do ar em relação as áreas mais úmidas (P2 a P5), associado as maiores médias de aumento de área edificada no P6 de 9,21%, área pavimentada de 16,40% no P7 e de 9,90% no P9.

Contudo no Transecto 2, enfatizou-se a configuração de ilha de frescor e umidade no P17, que está vinculada aos menores registros de temperatura do ar e maiores registros de umidade relativa do ar. Com diminuição de 2,68°C de temperatura do ar e aumento de 7,43% de umidade relativa com relação as áreas mais aquecidas e secas.

Desta maneira, os maiores registros de temperatura do ar e umidade relativa do ar foram observados entre P11 e P16 em 2016. Onde o ponto P15, apresentou-se como mais aquecido e o P16 como mais seco. Observou-se em P15 diminuição média de, 14,79% de cobertura arbórea, com aumento médio de 13,58% de área edificada.

Analisando o comportamento termo-higrométrico com as intervenções urbanas ocorridas para a Copa do Mundo de 2014 entre os anos de estudo nos Transectos, foi observado as maiores médias de temperatura do ar estão relacionadas com os maiores registros de diminuição de umidade relativa do ar, com aumento na intensidade na ilha de calor urbana associada a diminuição de cobertura permeável e aumento de cobertura impermeável, considerável.

Evidenciando que as mudanças provenientes da urbanização com uso de materiais impermeáveis, contribuem de forma considerável para o aumento da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa do ar em escala microclimática.

Destacando-se que áreas sob influência de grandes massas de vegetação apresentaram características próprias com microclimas diferentes às outras áreas da cidade, devido à perda de energia para o meio, sendo utilizada nos processos de fotossíntese, evapotranspiração e trocas térmicas por convecção.

Portanto, as intervenções urbanas ocorridas entre 2011-2012 a 2016 devem ser consideradas, pois verificou-se alterações no comportamento termohigrométrico em escala microclimática devido as amplitudes térmicas observadas, associadas as áreas revestidas com materiais impermeáveis.

Desta maneira se faz necessário o incentivo no uso de materiais que possuem baixa difusividade térmica, além da aplicação de medidas mitigadoras através do incremento de áreas verdes contendo grandes massas de vegetação, devido as modificações que exercem sobre o clima local.

6.1.1 **SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

As pesquisas realizadas neste trabalho são uma contribuição para a linha de pesquisa Análise Microclimática de Sistemas Urbanos, no que se refere a metodologias para investigações e posterior entendimento dos processos formadores do clima urbano.

Desta maneira, ficam sugeridas recomendações para futuras pesquisas no meio urbano:

a. Período maior de medições, observando a influência das intervenções urbanas no microclima;
b. Medições entre os períodos quente-seco e quente-úmido nos pontos que sofreram intervenções urbanas para melhor análise do microclima;

c. Avaliação e verificação de quais medidas mitigadoras que apresentarão melhor desempenho para a área de estudo devido as alterações na área urbana, por meio de simulação computacional em pontos fixos após intervenções urbanísticas ocorridas.

7 BIBLIOGRAFIAS

7.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ALVES, E. D. L. **Caracterização Microclimática do Campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso**. Cuiabá, 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso.

AMORIM, M. **O clima urbano de Presidente Prudente-SP**. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geografia, 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANJOS, M. W. B.; GOIS, D. V.; CRUZ, R.; LIMA, L. P. Climatologia urbana e espaços verdes: contributo ao planejamento das cidades. **Revista Geonorte**, v.2, 2012. P. 233-245.

ARAUJO, A.P.; ALEIXO, N. C. R.; MENEZES, B. B.; SOUZA, C. G.; RIVERO, C. A. V.; MONTEZANI, E.; BRAIDO, L. M. H.; TEODORO, P. F. M.; AMORIM, M. C. C. T. Ensaio metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente-SP. **Revista Formação**, v. 1, 2008. P.77-95.

ASSIS, E. S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASSIS, E. S. A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: **ENCAC – ELACAC**. Maceió: Alagoas, 2005.

AUGUSTO-SILVA, P. B.; VALÉRIO, L. P.; SANTOS, T. B.; ALCÂNTARA, E. H.; STECH, J. L. Análise de classificadores para mapeamento de uso e cobertura do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2013. p. 2424- 2430.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e cidade – A abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. 1ª ed. Maceió: EDUFAL, 165f. 2007.

BORGES, M. G. E.; PEREIRA, F. O. R. **Influência do ambiente construído no microclima urano**. In: XIII Encontro Nacional de tecnologia do Ambiente Construído. Canela – RS. 2010.

BRANDÃO, A. M. P. M. **O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro**, In: MENDONÇA, F. (Org.); MONTEIRO, C. A. F. (Org.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 192f. 2003.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: Princípios e Aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CHEN, X. L.; ZHAO, H. M.; LI, P. X.; YIN, Z. Y. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. **Remote Sensing of Environment**, New York. v.104, p.133-146, 2006.

COHEN, P.; POTCHER, O.; MATZARAKIS, A. Daily and seasonal climatic conditions of green urban open spaces in the Mediterranean climate and their impact on human comfort. **Building and environment**, 51, 285-295. 2012.

CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo: Atual, 1998, 3ª ed.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlação e proposta de um indicador. **Ambiente Construído**. v. 3, n.2, p.7-20, abr./jun. 2003. ISSN 1415-8876. Porto Alegre, 2003.

FARIA, J. R. G.; MENDES, J. F. G. Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar. **Ambiente Construído**. v.4, n.3, p.7-15, jul./set. 2004. ISSN 1415-8876. Porto Alegre, 2004,

FRANCO, M. F.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise microclimática em função do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Mercator**. Fortaleza, v.11, p.157-170. 2012.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 243p.

GIVONI, B. **Urban design in different climates**. World Meteorological. Organization (WMO/TD-n.346, WCAP-10) Los Angeles, 1989.

HEISLER, G. M. Energy saving with trees. **J. Arboricult**. 12, 113-25, 1986.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In**: Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido. Salvador, 1997,

KREBS, C. J. Ecological Methodology. New York: **Harper & Row Publishers**, 1989.

LOMABRDO, M**. Ilha de calor nas metrópoles.** São Paulo: Hucitec, 1985.

LOPES, M. M. **Programa interlaboratorial de agregados e misturas asfálticas da REDE ASFALTO N/NE**. Fortaleza, 2010. 176f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará.

LOPES, M. M.; CASTELO BRANCO, V. T. F.; SOARES, J. B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. **Revista Transportes**. v. 21, n. 1, p. 59-56. 2013.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT**. 1994. 220f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994,

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. L**. Vegetação Urbana**. Porto Alegre. 3ª Edição. 2010.

MINELLA, F. O.; ROSSI, F. A.; KRUGER, E. J. Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas. In: ENCONTRO

NACIONAL, 10 e ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 6. 2009. Natal. **Anais**. Natal: 2009, p.208-217.

MONTEIRO, C. A. **Teoria e clima urbano**. 1976. 181f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo.

MONTAVEZ, J. P.; RODRIGUEZ, A.; JIMENEZ, J. I. A study of the urban heat island of Granada. **International Journal of Climatology**, 2000. p. 899-911

MUNDSTOCK, E.; FACHEL, J. M. G.; CAMEY, S. A.; AGRANONIK, M. **Introdução à análise estatística utilizando o SPSS 13.0.** 2006. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Matemática. n.10. 45f. Série B.

NASCIMENTO, A. F.; RUBIM, I. B.; PEREIRA, E. G. S.; BARROS, R. S.; RICHTER, M. Classificação da cobertura da terra, utilizando os programas livres: InterIMAGE, WEKA E QuantumGIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 16. 2013. Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2013. p. 2258- 2265.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Conforto térmico em escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. **Revista eletrônica em educação ambiental**. Rio Grande – RS. v.14, 2005.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenvolvimento urbano**. São Paulo: Projeto, 2001. 2ªedição, 128p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2009

TANGERINO, D. F.; LOURENÇO, R. T. Comparação da exatidão de métodos de classificação supervisionada e não supervisionada a partir do índice kappa na microbacia do Ribeirão Duas Águas em Botucatu/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 16. 2013. Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2013. p.4093-4100.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Nova York: Methuen, 1978.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparsion of scale model and field observations. **Journal of Climatology**. v.1. 1981.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quartely Journal of The Royal Meteorological Society.** v.108, n.455. p.1-24. 1982.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Routledge. 2ª ed. 1987.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observation at urban sites.** Geneva: WMO. 2004.

OLIVEIRA, L. A.; COSTA, A. C. Influência da arborização na temperatura e umidade do ar no campus da UFPA. **In**: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. Santa Maria - RS, 2005. p.26-27.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M.; CALEJJAS, I. J. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Sombreamento arbóreo e microclima de praças públicas em cidade brasileira de clima tropical continental. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 4 – **PLURIS**, 2010. Faro/ Portugal.

OLIVEIRA, A. S. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**, 2011. 146f. Tese de Doutorado – Instituto de Pós Graduação em Física-Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

PRAKASAM, C. Land use and land cover change detection trough remote sensing approach: a case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu. **International Journal of Geometrics and Geosciences**, v.1, p.150-158. 2010.

SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise da influência da ocupação do solo na variação termohigrométrica por meio de transectos noturno em Cuiabá-MT. **Revista Caminhos de Geografia**, v.13, 2012. p.187-194.

SANTOS, F. M. M.; OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R. D.; NOGUEIRA, J. S. Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de

transectos móveis. In: ENCONTRO NACIONAL, 12 e LATINO AMERICANO DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, 2014. Brasília: **Conforto & Projeto**: Cidades, n. 11, 2014. p.45-54.

SCHMITZ, L. K.; MENDONÇA, F. Reestruturação urbana e conforto térmico: cenários de modelização em Curitiba-PR após a copa de 2014**. Revista Brasileira de Climatologia**, v.8, 2011. p.61-81.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. São Paulo, 2009, 173p. Dissertação (Mestrado – Área e Concentração: Tecnologia da Arquitetura) – FAU/USP. São Paulo, 2009.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil**. Brasília, 2007. 312f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

SOARES, P. R. R. Megaeventos esportivos e o urbano: a copa do mundo de 2014 e seus impactos nas cidades brasileiras. **Revista Faculdade Santo Agostinho – Revista FSA**, v. 10, 2013. p. 195-214.

SPRONKEN-SMITH, R. A.; Oke, T. R. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. **International Journal of Remote Sensing**. 19, 1998. p.2085-2104.

SOUZA, N. S. **Análise da relação da radiação solar na formação de ilhas de calor em diferentes configurações urbanas em Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2016, 60f. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Pós Graduação em Física-Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

UPMANIS, H.; CHEN, D. **Influence of geographical factors and meteorological variables on nocturnal urban park temperature differences** – A case study of summer 1995 in Göteborg. Sweden Clim Res, v. 13. 1999, p.125-139.

VAREJÃO, M. A. **Meteorologia e Climatologia.** Recife-PE. Brasil. Março, 2006.

VASCONCELOS, L. C. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. Os Efeitos da urbanização no microclima no bairro Mora da Serra, Cuiabá-MT. **Revista O Espaço Geográfico em Análise – RAEGA**, v. 23, 2011. p.573-599.

7.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

CUIABÁ, Prefeitura Municipal de Cuiabá/ *Evolução Urbana de Cuiabá*. IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2010.

CUIABÁ, Prefeitura Municipal de Cuiabá/ *Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano*. IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico** (2010). Disponível em http://www.ibge.gov.br/ Acesso em 10.07.2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos** (2011). Disponível em: http://www.cecs.unimontes.br/index.php/pt/dados-meteorologicos/356-dados-meteorologicos.html. Acesso em 13.11.2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos** (2012). Disponível em: http://www.cecs.unimontes.br/index.php/pt/dados-meteorologicos/356-dados-meteorologicos.html. Acesso em 13.11.2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos** (2016). Disponível em: http://www.cecs.unimontes.br/index.php/pt/dados-meteorologicos/356-dados-meteorologicos.html. Acesso em 13.11.2016.

SECOPA – Secretaria Extraordinária da Copa do Mundo. (2013) Disponível em http://www.cuiaba2014.mt.gov.br/ Acesso em 15.07.2016.

ONU- Organizações das Nações Unidas. (2012) Disponível em http://unicrio.org.br/ Acesso em 10.07.2016.